11 • 2016

www.radio.ru

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

Наши — лучшие!



- Лабораторный блок питания
- Лампа-автомат дежурного освещения
- Программируемый переключатель гирлянд
- Терменвокс

...и ещё 16 конструкций

11
2016

ISSN-0033-765X





Албена собирает друзей

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

Приобщение наших радиолюбителей к "охоте на лис" (теперь это "спортивная радиопеленгация") началось 60 лет назад — в 1956 г. Сначала на уровне местных соревнований, а в 1958 г. уже состоялись первые всесоюзные соревнования, и у нас появились первые мастера спорта по "охоте на лис". С тех пор наши "лисятники" неизменно находятся в первых рядах в мировых рейтингах.

Не стал исключением и этот год. Наши молодые спортсмены удачно выступили на молодёжном первенстве Европы, а затем отличились и их взрослые коллеги на Кубке и чемпионате мира IARU. О том, как проходили эти престижные спортивные мероприятия, и рассказывает публикуемая статья.

(см. статью на с. 55)



Болеем за наших!



Екатерина Абдуллина: последние метры дистанции.



Звучит гимн России. На пьедестале слева—направо (диапазон 3,5 МГц, классика): Карел Фучек (Чехия), Богдан Родионов (Россия), Александр Марчук (Украина).



Чемпионский финиш Богдана Родионова в соревновании на диапазоне 3,5 МГц.



А это чемпионка мира среди женщин на диапазоне 3,5 МГц Светлана Райкова (Россия) в окружении двух чешских спортсменок.



Команда юниорок России (Татьяна Овчинникова, Полина Роговинская и Кристина Пискарева) — лучшая в мире!

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Чемпионат мира IARU по спортивной радиопеленгации — золотые медали получает команда наших юниорок (см. статью на с. 55).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ЛАМПОВЫЙ МИКРОФОН
АНАЛОГИ ТРИНИСТОРОВ
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАМОК
ИСКАТЕЛЬ СКРЫТОЙ ПРОВОДКИ

Тираж журнала «Радио» № 10 сдан для рассылки подписчикам 03.10.2016 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,
К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),
Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН,
Б. Г. СТЕПАНОВ (первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ
Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 18.10.2016 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 16-10-00237.

Суперфон: слуга, защитник, управляющий

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

> *"Мы прокляты и обречены всегда думать, что можно было сделать лучше, даже когда добиваемся всего, чего хотели".*
>
> **Стивен Кинг**

Наверное, не сосчитать, сколько было прогнозов по поводу будущего коммерческой мобильной связи за последнюю четверть века. Но именно мобильный (сотовый) телефон больше всего изменил наши ожидания от новых технологий. Сначала мобильной связи прочили элитное место преимущественно для VIP-персон и суперагентов (взять хотя бы начало фильма "Великолепный" с Ж.-П. Бельмондо) и мечтали про авто с мобильной станцией связи. Мечтали о доступном телефоне, который можно было бы без особых физических усилий поднести к уху, а разговаривающих по телефону велосипедистов считали чуть ли не чудом. Заменили примитивные телефонные радиоудлинители на мобильные телефоны, со временем организовав для них всемирный роуминг. Потом заменили аналоговую связь на цифровую с бесконечным, как потом выяснилось, перечнем потенциальных услуг. Было время, когда, по мере появления микросотовых систем вроде CT-2 (если кто-то их ещё помнит), привычной нам мобильной связи прочили даже скорую погибель в мегаполисах. Потом заговорили о соединении мобильной связи с фиксированной в связке DECT/GSM, а после серьёзного падения важности наручных часов задумались о получении на телефоне прогноза погоды. Далее, по мере развития систем 3G и, главное, времени "жизни" телефонов на одной зарядке, прогнозы касались просмотра видео и серфинга в Интернете со всё большими скоростями в течение хотя бы нескольких часов автономной работы.

Большинство прогнозов конца 90-х быстро устаревало благодаря стремительному развитию технологий, и чуть ли не все прогнозы начала XXI века рухнули в одночасье с выходом iPhone, ставшим воистину знаковым событием. Последнее было тщательно подготовлено Стивом Джобсом для одновременного "убиения" массы потребительской техники от калькуляторов и фонариков до будильников и фотомыльниц. Поэтому сегодня люди требуют от телефона лишь удобство использования и высокую производительность. Ведь всего лишь одно движение пальцем — и вот вам какой-нибудь новый сервис. И понеслось... Вот компания Microsoft объявила, что для пользователей смартфонов и планшетов на базе операционных систем iOS и Android в сервисе Skype появится возможность групповых видеозвонков с числом участников до 25 абонентов. Или вот ASUS ZenFone Zoom — сверхтонкий смартфон с трёхкратным оптическим увеличением видеокамеры, который может служить альтернативой даже профессиональной цифровой фототехнике. А опрос по всему миру более 100 тыс. пользователей банковских услуг, проведённый компанией Bain в 2015 г., показал, что уже более 50 % потребителей предпочтут расстаться на день со своим кошельком, а не с мобильным телефоном. Причём в Китае и Южной Корее доля "человека мобильного" достигает 80 %.

В общем, "понеслось" в направлении не только и не столько развития коммуникативных возможностей человека, сколько в сторону интеграции планеты людей и планеты машин. В частности, за последние три года благодаря достижениям индустрии мобильной связи втрое увеличилась скорость беспроводной передачи данных. Теперь можно многое делать, используя мобильные телефоны, потому что данные из "облака" стали доступны везде. Технологии меняются, и всего через несколько лет мы не узнаем мир вокруг себя. Скорее с трудом вспомним, как жилось раньше. Случилось это, прежде всего, благодаря развитию информационных технологий (ИТ). И теперь уровень указанной интеграции достиг такого уровня, что никакого принципиального барьера, разделявшего интеллектуальные возможности человека и компьютера, вроде бы уже и не наблюдается. Компьютер

довольно часто выступает в качестве равного по интеллекту партнёра, причём так называемый искусственный интеллект иногда превосходит человеческий, хотя далеко ещё не во всём. Тем не менее в преддверии развития этого интеллекта сегодня на первый план выходят задачи обеспечения эффективного взаимодействия человека с ИТ-системами. Разумеется, через компьютер. Ну а само развитие новых технологий во многом зависит от людей, чьё воображение не сдерживается рамками возможного и невозможного.

В современные смартфоны разработчики уже поместили барометр, магнитометр, гироскоп, акселерометр, сенсоры приближения и освещённости, пульсомер для измерения частоты сердцебиения (Galaxy S5), сканер отпечатков пальцев (iPhone, HTC One, Ascend Mate 7 и др.). В недалёком будущем в мобильные устройства повсеместно начнут встраивать различные биометрические датчики, в том числе для диагностики тех или иных заболеваний. Они позволят вычислить процент содержания жира в организме (патент Samsung) или предсказать сердечный приступ, прослушивая звук тока протекающей артериальной крови (патент Apple).

Сообщество гаджетов iPhone на iOS 8 умеет собирать информацию о состоянии здоровья пользователя, к примеру, во время фитнеса, его спортивных достижениях и физической активности, формируя своего рода его медицинскую карту. В ней фиксируются все параметры — от измерений размеров тела до затраченных калорий на тренировках, от температуры до частоты дыхания, от уровня глюкозы в крови до электрической активности кожи. В свою очередь, медицинская платформа Google Fit отслеживает основные параметры организма с помощью нового смарт-браслета, который способен в режиме реального времени отслеживать частоту и ритм сердцебиений, температуру тела, а также параметры окружающей среды — освещённость и уровень шума.

На наших глазах происходит третья банковская технологическая революция, которая, как считается, полностью изменит представление о банковской индустрии в ближайшие годы. В своё время появление телеграфа позволило банкам создавать сети отделений, а использование компьютеров и компьютерных сетей стало основой для работы кредитных карт, банкоматов и офисных процессинговых центров. Наступление мобильных технологий вполне может привести к тому, что дети будущего десятилетия и с традиционными банковскими отделениями, и с кредитными картами будут знакомиться на страницах учебника истории. Смартфон стремительно превращается не только в виртуальный кошелёк, но и в банковское окошко. Уже 26 % респондентов по всему миру используют телефон для изучения и покупки банковских услуг, а например, в Китае — более 50 %. Кроме того, вне зависимости от своего возраста, потребители стали чаще использовать в работе с банками мобильные приложения, чем веб-сайты. Ещё в 2013 г. не было ни одной страны, про которую можно было бы так сказать. В Китае, например, доля онлайновых банковских операций упала за два года с 40 до 25 %, а доля мобильных выросла с 15 до 42 %.

Одним из шагов развития смартфона станет повышение эффективности идентификации пользователя. Пока что часто используются только пароли и отпечаток пальца. В будущем смартфон сможет идентифицировать своего хозяина по сетчатке глаза или даже по току крови, который у каждого человека также является уникальным. Смартфон сможет отслеживать движения зрачков глаз, что позволит управлять им бесконтактно.

Обычный смартфон можно будет превратить в полноценный компьютер, установив его на док-станцию и подключив необходимое периферийное оборудование. И вот какая тенденция вырисовывается в последнее время — похоже, смартфоны могут избавить обычных людей от компьютеров. К примеру, корпорация HP разработала революционную платформу, способную заменить все используемые в офисах, дома и в дороге устройства. Выглядит она, как обычный смартфон — по сути, им и является. Устройство объединяет все компьютеры, которыми человек пользовался ранее, телефон, планшет, ноутбук, настольный компьютер. Это по-настоящему революционное устройство. Достаточно установить его в док-станцию, и смартфон превращается в системный блок, подключённый к экрану и клавиатуре с мышью.

Концепцию "бесшовного" перехода от одного устройства к другому продвигает компания Microsoft, которая владеет патентом на превращение смартфона, подключённого к док-станции, в ПК с 2009 г. Этому помогает универсальная операционная система Windows 10, в которой все версии Windows-приложений одинаковы, вне зависимости от используемого устройства, а основное отличие между ними заключается в автоматической оптимизации интерфейса под конкретное "железо".

В свою очередь, недавно глава компании Sony Казуо Хираи заявил, что в ближайшее время смартфоны канут в небытие. На смену им придёт что-то новое, поскольку, мол, в этих гаджетах недостаточно активно внедряются инновации. То есть сегодня производство смартфонов находится на таком же перекрёстке, что и десять лет назад "обычные" мобильные телефоны с кнопками. Быть может, однажды кто-то сделает их ещё лучше, удобнее и производительнее, совершив очередной инновационный скачок. Однако компании-производители пока затрудняются сказать, в чём это будет заключаться.

Впрочем, не спешите их хоронить. Характеристики смартфонов, которые мы будем держать в руках через пять лет, предсказать довольно легко, экстраполировав то, что недавно уже появилось на рынке. Гораздо труднее угадать, какие из "технологий будущего" захватят умы производителей на более далёкую перспективу. Будет ли это подключение к сетям 5G или почти мгновенная зарядка аккумулятора, какой-нибудь сверхтонкий и суперпрочный графеновый корпус или, наоборот, корпус невероятно гибкий, сворачивающийся буквально в трубочку. Вот, к примеру, порт micro-HDMI фактически стал стандартом для любого топового смартфона, но уже компания Intel представила устройство для беспроводной передачи HD-сигнала. И уже понятно, что в ближайшем будущем эта технология станет стандартом для всех мобильных устройств. В продаже уже появился смартфон Nextbit Robin с "бесконечной" памятью, особенностью которого является динамическое распределение пользовательских данных между памятью аппарата и "облаком".

Специалисты из лаборатории Human Media Lab Королевского университета в Кингстоне представили полностью работающий концепт смартфона под названием ReFlex с абсолютной устойчивостью к деформации. За основу был взят сенсорный экран LG Display Flexible OLED с разрешением 1280×720. Гибкость достигнута за счёт того, что вся электроника расположена по бокам от OLED-дисплея. Правда, "начинка" по краям не даст свернуть смартфон в трубочку, но и не особо обременяет устройство, которое можно сгибать, а также листать на нём страницы, как в книге. Конечно, внутренние компоненты — это серьёзное препятствие на пути появления по-настоящему гибких смартфонов, но тем не менее электронные компоненты становятся тоньше с каждым годом, уже созданы гнущиеся аккумуляторы, а SIM-карт телефоны скоро могут и вовсе лишиться.

К настоящему времени ИТ-компании создали массу наработок в области гибких дисплеев, потенциал которых может полностью раскрыться через несколько лет. Это и супертонкие "телефоны" LG, и "видеобумага" компании Japan Display, и электрофоретический (он видоизменяется благодаря специальному сплаву с памятью формы), который умеет сворачиваться при входящем звонке или СМС. Сворачиваться может как весь экран целиком, так и каждый из его углов по отдельности. К примеру, приподнятый левый верхний угол уведомит о получении текстового сообщения, а нижний правый — о новом письме. Это поможет пользователю лучше идентифицировать момент получения информации.

Уже появляются "рельефные" дисплеи, которые позволяют не только видеть, но и осязать элементы интерфейса, как бы выступающие над поверхностью стекла, чувствовать границы иконок и кнопок на экране. Концепты перспективных гаджетов представляют нам прозрачные смартфоны (Windows Transparent Phone Concept), смартфон "ванька-встанька", встающий "на попа" при поступившем вызове (Nokia Kinetic), и даже смартфон, учитывающий эмоции владельца (Blackberry Empathy).

Учёные из Токийского университета предложили концепт чувствительного сенсорного экрана, совместив инфракрасный сенсор с ультразвуковой технологией. ИК-сенсоры воспринимают касания пальцев, в то время как вызванные ультразвуком колебания создают широкую гамму тактильных ощущений, имитирующих прикосновения.



Удивительный концепт Apple Black Hole Concept, предложенный дизайнером Жослен Зайгуч в качестве iPhone-2020, разработан с учётом недоступной в наши дни технической базы. Концепт содержит четыре компонента: сам гаджет, названный призмой, левитирующий чёрный шар или Black Hole, футляр и док-станцию. В основу концепции устройства положена технология построения интерфейса посредством проецирования трёхмерного изображения. Призма с углублением, в котором лежит чёрный шар, крепится на руке пользователя, и для того, чтобы активировать Black Hole, нужно просто раскрыть ладонь. Устройство переходит в активное состояние, чёрный шар взлетает и создаёт вокруг себя объёмную картинку (например, меню гаджета), которой можно управлять как виртуальными сенсорными кнопками (**рис. 1** и **рис. 2**). При подключении к док-станции Apple Black Hole будет превращаться в многофункциональное настольное устройство.



Рис. 1


Рис. 2

Появление сетей мобильной связи 5-го поколения со скоростями передачи данных до нескольких гигабит в секунду позволит играть в 3D-игры, практически без ограничений обмениваться "тяжелыми" файлами, смотреть потоковое HD-видео без ожидания буферизации и т. п. А в целом — серьёзно облегчить доступ к любым облачным услугам со смартфона.

Мир тонких упроченных гаджетов откроет графен. Он прозрачен, гибок и гораздо лучше проводит электрический ток, чем медь. На его основе могут быть изготовлены гнущиеся сенсорные дисплеи. Благодаря повышенной электропроводимости он также сможет выступать в качестве замены кремния.

Процесс зарядки аккумуляторной батареи — слабое место любого смартфона. Однако на выставке в Барселоне демонстрировался Samsung Galaxy S6 с модифицированной батареей израильского стартапа StoreDot, которая заряжалась с нуля до 100 % всего за одну минуту. Правда, пока аккумулятор StoreDot держит только две трети заряда обычной литий-ионной батареи, но технология продолжает совершенствоваться: некоторые модели смартфонов она позволяет полностью заряжать за 30 с, а электромобили — за 5 мин.

Расширение возможностей одной кнопки позволяет серьёзно повысить функциональность и удобство управляемости смартфона. Технологию "усиленного нажатия" Force Touch уже внедряет в свои продукты компания Apple. В только что презентованных iPhone 7 кнопка под дисплеем способна распознавать усилие, с которым пользователь её нажимает (Apple уже использует эту технологию в дисплеях iPhone и трекпаде своих ноутбуков). То есть датчики нажатия фиксируют не только сам факт "клика", но и его силу — "глубокий клик". При этом усилие, которое нужно приложить для первого и второго "клика", настраивается. За "клик" нового трекпада отвечает модуль под названием Taptic Engine — небольшой вибромотор, умеющий довольно достоверно симулировать осязательные (и слуховые — звук тоже вполне "натуральный") ощущения горизонтальным движением трекпада. Благодаря технологии Force Touch у трекпада появляется как бы новое измерение, и существует довольно много задач в приложениях, выполнять которые станет легче и быстрее, если их возложить на "глубокий клик". При этом Apple — не единственная компания, которая ведёт разработку "чувствительных" дисплеев. Патент на подобную технологию пару лет также получила компания Samsung, а китайская ZTE недавно анонсировала инновационный смартфон Axon Mini, способный распознавать силу нажатия.

Услуга переноса мобильного номера от одного оператора к другому уже существует, но, похоже, вскоре она будет не нужна. Компании Apple и Samsung объединили усилия с целью продвижения нового стандарта идентификатора устройства в мобильной сети (сейчас эту функцию выполняют SIM-карты). Технология e-SIM или "электронная SIM-карта" позволит переключаться между сетями операторов, просто выбирая пункты меню в смартфоне или планшете. Аналогичная технология уже используется Apple в планшетах iPad Air 2. При условии поддержки технологии операторами связи владельцы устройства могут выбирать сотовую сеть самостоятельно. Теперь Apple и Samsung хотят разработать универсальный стандарт, который позволит реализовывать похожую функциональность в любом смартфоне, планшете или другом подключённом устройстве. Для этого компании заручились поддержкой международной ассоциации сотовых операторов GSMA. Предполагается, что окончательно новый стандарт будет готов в 2016 г. В GSMA надеются, что универсальная архитектура e-SIM будет принята всеми участниками рынка. Ряд крупных операторов, включая AT&T, Deutsche Telekom, Vodafone, Orange и Telefynica, уже заявили о его поддержке. Собственно, без поддержки операторов такой проект невозможен. Последствия же могут быть весьма серьёзными. Конкуренция между операторами за лояльного клиента, который может менять не только оператора, но и выбирать оптимальный тарифный план, перемещается непосредственно в смартфон пользователя.

Компания Huawei, известная умением стратегического развития своих продуктовых линеек, считает, что в будущем из современных гаджетов сформируется суперфон, который будет способствовать дальнейшей интеграции физического и цифрового миров, где всё, что может быть подключено, — будет подключено. Huawei рассматривает развитие рынка смартфонов как явление цикличное. Первый цикл начался в 1995 г., когда Motorola изобрела первый фичефон (телефон, который частично обладает смартфонным функционалом). Этот цикл завершился выпуском в 2007 г. компанией Apple первого iPhone, и начался новый цикл, который мы воочию и наблюдаем.

Следующий виток эволюции — суперфон, ожидать появление которого следует не ранее 2020 г. Ну а пока смартфоны продолжат наращивать технические возможности с одновременным развитием в области искусственного интеллекта, что расширит представление пользователя и его возможности для взаимодействия с внешним (во многом оцифрованным) миром. Благодаря естественной эволюции с привлечением технологий из области больших данных, "облачных" вычислений, Интернета вещей (IoT), суперфоны будут становиться умнее, и они даже смогут трансформировать наше представление о многих вещах.

Как известно читателям журнала, одним из объектов IoT становятся подключаемые автомобили, которые либо сами начинают превращаться в своего

рода суперфон, либо суперфон становится центром мониторинга и управления автомобилем, и без него авто будущего может превратиться в мёртвую "железку". Что касается Huawei, то компания уже установила партнёрские отношения с Mercedes-Benz, Audi, Volkswagen и работает над созданием подключаемых машин.

В итоге суперфон может стать центром управления всеми вещами, до которых можно дотянуться, но тогда ему придётся "договариваться" с другими суперфонами, что потребует нового регулирования отрасли. С другой стороны, суперфон может стать центром защиты своего владельца, его семьи, его жилища, его автомобиля, его прав на частную жизнь и пр. К примеру, успехи в создании компактной флеш-памяти скоро приведут к тому, что всю свою информацию (в том числе и персональную, т. е. всю свою частную жизнь) человек сможет хранить у себя дома, а не где-то в "облаке". И выдавать её только тогда, когда он сам захочет, что может усложнить жизнь мошенникам и преступникам и даже изменить взаимоотношения граждан и государства, посредником в которых станет персональный суперфон. Так суперфон станет дополнять своего владельца во всём, в чём последний не силён. Вместе же они будут представлять осязаемую интеллектуальную и физическую силу.

Ну а успехи в создании роботов от беспилотных авто и самобеглых колясок до уборщиков и телохранителей вкупе с развитием новых интерфейсов человек—машина и персональными суперфонами логично приведёт к тому, что давно было описано Иваном Ефремовым в "Часе Быка". Там личные роботы-спутники землян СДФ (название СДФ происходило от латинских слов — слуга, защитник, носильщик или servus, defensor, phalangarius) настраивались на индивидуальные биотоки и служили как средством передвижения, так и средством универсальной коммуникации, не говоря уже о более чем серьёзной защите. Применительно к "умному" дому они могли бы стать слугой, защитником и домоуправителем. На помним, как это было...

"Дверь в борту машины раскрылась, и Родис шагнула на опустившуюся ступеньку. Робот-девятиножка, иначе верный СДФ, устремился следом, старший сановник сделал протестующий жест...

Фай Родис простёрла руку над своим роботом, опустила заграждавший лицо щиток, и впервые сильный голос женщины Земли раздался на планете Ян-Ях без передающего устройства:

— Осторожно! Это всего лишь машина, служащая сундуком для вещей, носильщиком, секретарём и сторожем. Машина совершенно безвредна, но устроена так, что пуля, выпущенная в робота, отлетит назад с той же силой, а удар может вызвать поле отталкивания, как это сейчас случилось. Помогите вашему слуге выбраться из кустов и оставьте без внимания наших металлических слуг! ".

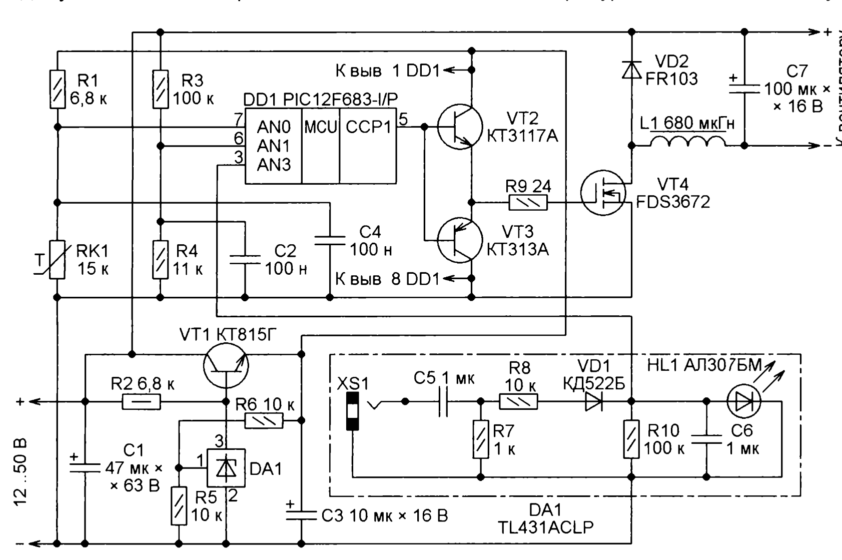
*По материалам **Novate, PCWeek, PCNews, Huawei, Google, Hi-Tech, The Verge, OneGadget, Infox, Cnet, gooosha.ru***

Регулятор частоты вращения вентилятора УМЗЧ

Л. ВАНЮШИНА, г. Уфа

Хорошо известны устройства управления частотой вращения вентилятора принудительного обдува в зависимости от температуры теплоотвода мощных полупроводниковых приборов, но все они имеют напряжение питания, равное номинальному рабочему напряжению вентилятора. У широко распространённых бесколлекторных вентиляторов это преимущественно 12 В. Для УМЗЧ характерно питание значительно большим напряжением, к тому же оно обычно меняется в заметных пределах. Автор предлагает устройство, нормально работающее в этих условиях.

Предлагаемое устройство обеспечивает плавную регулировку частоты вращения вентилятора в зависимости от температуры охлаждаемого объекта и допускает любое напряжение питания от 12 до 50 В. Максимальное напряжение на вентиляторе не зависит от напряжения питания и во всём интервале регулирования не превышает 12 В. Если температура объекта меньше установленного порога, вентилятор выключен, при его превышении вентилятор включён. Минимальное напряжение на нём во включённом состоянии — 4 В. Эффективность обдува в этом случае — около 10 % максимальной. При росте температуры напряжение на вентиляторе линейно увеличивается до 12 В.



Плавное регулирование сохраняется и при напряжении питания менее 12 В (до 8 В), но максимальное напряжение на вентиляторе, естественно, не превысит напряжения питания. Гистерезиса в характеристике управления нет, при уменьшении температуры напряжение на вентиляторе изменяется в обратном направлении. Наклон характеристики регулирования остаётся неизменным, он зависит от чувствительности применённого терморезистора. Интервал линейного регулирования напряжения на вентиляторе — около 10 °С.

Схема устройства представлена на **рисунке**. Датчиком температуры служит терморезистор RK1 с отрицательным ТКС, напряжение с которого подано на вход AN0 АЦП микроконтроллера DD1. На вход AN1 этого АЦП через делитель R3R4 подано напряжение, пропорциональное напряжению питания. Измерение напряжения на этих входах происходит поочерёдно с периодом около 0,5 с. При превышении порогового значения температуры коэффициент заполнения импульсов на выходе CCP1 скачком увеличится от 0 до 1/3 (при напряжении питания 12 В). Это гарантирует уверенное трогание электродвигателя вентилятора. В дальнейшем коэффициент заполнения импульсов на выходе CCP1 микроконтроллера прямо пропорционален разнице между пороговым и текущим значениями сопротивления терморезистора и обратно пропорционален напряжению питания.

Микросхема DA1 стабилизирует напряжение питания микроконтроллера, а

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тактирован он от внутреннего RC-генератора частотой 8 МГц. Период управляющих вентилятором импульсов выбран равным 19,5 мкс, это компромисс между плавностью регулирования и габаритами дросселя L1.

Через эмиттерный повторитель VT2VT3 импульсы управления поступают на затвор полевого транзистора VT4, образующего совместно с диодом VD2, дросселем L1 и конденсатором C7 понижающий импульсный преобразователь напряжения.

Чтобы использовать устройство для управления обдувом теплоотводов транзисторов выходной ступени УМЗЧ, оно дополнено простым однополупериодным выпрямителем выходного напряжения УМЗЧ. Выпрямленное напряжение поступает на вход AN3 АЦП микроконтроллера. Терморезистор в этом случае желательно расположить в воздушной "тени" и закрепить на теплоотводе так, чтобы обеспечить хороший тепловой контакт между ними. Вентилятор будет включаться, когда выходной сигнал УМЗЧ больше порогового уровня, и выключаться в музыкальных паузах. Если этого не требуется, узел, обведённый на схеме штрихпунктирной линией, можно исключить, а вывод 3 микроконтроллера соединить с его выводом 1.

Применён терморезистор JSR153J5SB сопротивлением 15 кОм при 25 °С, но можно использовать практически любые терморезисторы с отрицательным ТКС, например, ММТ-1 или MF55. Предпочтительно, чтобы сопротивление терморезистора при 25 °С находилось в интервале 2...20 кОм.

Плавная регулировка порога включения не предусмотрена, он зависит от сопротивления резистора R1, которое должно быть равно сопротивлению терморезистора RK1 при желаемой температуре включения вентилятора. Для указанных на схеме номиналов R1 и RK1 пороговая температура — 45 °С. От ТКС терморезистора или его чувствительности зависит ширина зоны линейного регулирования напряжения в зависимости от температуры.

Транзисторы КТ3117А и КТ313А можно заменить другими транзисторами соответственно структуры n-p-n и p-n-p с импульсным коллекторным током не менее 200 мА и граничной частотой более 10 МГц, FDS3672 — другим n-канальным полевым транзистором с изолированным затвором с малым пороговым напряжением (управляемым логическими уровнями), максимальным напряжением сток—исток не менее 70 В и малым сопротивлением открытого канала. При напряжении питания не выше 24 В можно использовать распространённые полевые транзисторы IRD105N03L, IRD06N03L, а если применить транзистор с зарядом затвора, не превышающим 10 нКл, например, IRLL024N, SI4812BDY, то его затвор можно соединить с выв. 5 микроконтроллера через резистор сопротивлением 100 Ом. Эмиттерный повторитель в этом случае не нужен. Ёмкость затвора таких транзисторов не превышает 800...1000 пФ.

Кстати, есть простой метод оценки порогового напряжения полевых транзисторов с изолированным затвором, если оно не превышает 3 В. Для этого достаточно соединить затвор n-канального транзистора с его стоком и подключить к этой цепи положительный щуп цифрового мультиметра, переключённого в режим "прозвонки" диодов. Можно и перемкнуть выводы щупом. Отрицательный щуп подключают к выводу истока. Мультиметр покажет напряжение, которое можно считать приблизительно равным пороговому. Этот способ хорошо работает на трёхразрядных мультиметрах. Для p-канальных транзисторов полярность подключения щупов обратная.

Индуктивность дросселя L1 должна быть достаточной, чтобы вплоть до минимального тока нагрузки он не выходил из непрерывного режима тока. Только в этом режиме зависимость выходного напряжения от коэффициента заполнения импульсов управления остаётся линейной. Индуктивность дросселя рассчитывают по формуле

$$L \geq T \cdot \left(1 - \frac{U_{\text{вых.min}}}{U_{\text{вх.max}}}\right) \cdot \frac{U_{\text{вых.min}}}{2 \cdot I_{\text{н.min}}},$$

где T — период повторения импульсов; $U_{\text{вых min}}$ — минимальное выходное напряжение; $U_{\text{вх max}}$ — максимальное входное напряжение; $I_{\text{н min}}$ — минимальный ток нагрузки. У компьютерных вентиляторов типоразмера 80×80 мм при напряжении питания 4 В потребляемый ток — около 50 мА. Следовательно, нужен дроссель индуктивностью 676 мкГн. У выбранного дросселя RCH-895NP-681K индуктивность — 680 мкГн, допустимый ток — 270 мА (при перегреве на 20 °С). Он намотан на магнитопроводе "гантель" диаметром 8 и высотой 9,5 мм. При самостоятельном изготовлении можно также использовать кольцевой магнитопровод типоразмера DT50-52C 12,7×7,7×8,51 мм из материала 52 (зелёно-голубого цвета), намотав на него 110 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,35 мм.

Стабилизатор напряжения 5 В выполнен на транзисторе VT1 и параллельном интегральном стабилизаторе DA1. Вместо КТ815Г в качестве VT1 может быть использован любой транзистор структуры n-p-n средней мощности с $U_{\text{кэ max}}$ больше 60 В. Если же интервал изменения напряжения питания не столь широк, то для уменьшения выделения тепла сопротивление резистора R2 в килоомах может быть уменьшено до рассчитанного по формуле

$$R2=(U_{\text{п min}} - 5\ \text{В})/(1{,}2\ \text{мА}),$$

где $U_{\text{п min}}$ — минимальное напряжение питания.

Такая схема стабилизатора выбрана по причине, что допустимое входное напряжение широко распространённых интегральных стабилизаторов 78L05 равно 30 В. Если известно, что напряжение питания никогда не будет превышать 28 В, то транзистор VT1, микросхему DA1, резисторы R2, R5 и R6 можно исключить, заменив весь узел интегральным стабилизатором 78L05. В этом случае в качестве VD2 лучше использовать диод Шотки, например, SS14, 1N5819.

Вентилятор включается и выключается при звуковом напряжении на разъёме XS1 100...150 мВ. При необходимости увеличить этот порог можно, включив последовательно с конденсатором C5 резистор. Светодиод HL1 служит ограничителем напряжения, здесь можно установить любой маломощный светодиод красного цвета свечения. Сигнал на разъём XS1 можно подавать и с линейного выхода 250 мВ УМЗЧ, но в качестве VD1 в этом случае лучше использовать диод Шотки (BAR32, BAT54), тогда порог выключения составит 20...30 мВ.

Программа микроконтроллера написана на языке Proton PicBasic. Конфигурация микроконтроллера содержится в HEX-файле vent_U_50.hex вместе с кодами программы и при программировании микроконтроллера устанавливается автоматически.

Печатная плата для регулятора не разрабатывалась. Два экземпляра устройства собраны на макетных платах и успешно работают несколько лет. При напряжении питания 24 В и выходном напряжении 11,7 В достигнут КПД регулятора 84 %.

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/vent-u-50.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Усилитель для стереотелефонов с автономным питанием

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Большинство цифровых мобильных мультимедийных устройств имеют невысокий уровень выходного сигнала на контактах гнезда для подключения головных стереотелефонов. Обычно максимальный размах выходного сигнала при воспроизведении музыкальных файлов не превышает 1 В, а при проигрывании видеофильмов и прослушивании радиоспектаклей часто бывает понижен в 3...10 раз. При этом, если в тихой обстановке при использовании низкоомных телефонов ещё можно что-то разобрать, то, например, в шумном помещении или в поезде фоновый шум может оказаться громче звука из головных телефонов. Чтобы прослушивать мультимедийные файлы в разной обстановке с оптимальной громкостью, можно воспользоваться описываемым ниже УМЗЧ с автономным питанием, который включают между источником сигнала и стереотелефонами.

DA1 APA2308
VD1, VD2 MBRD320
VD3–VD6 1N914
HL1 RL36-SR114S
HL2 RL30-CB744D

C6, C7 1 мк
C9, C10 22 мк×10 В
C12, C13 0,1 мк

Рис. 1

Об устройствах, которые можно использовать как УМЗЧ для стереотелефонов, в журнале уже рассказывалось [1, 2], но они требуют подключения к источнику сетевого напряжения. Предлагаемый стереофонический УМЗЧ специально предназначен для работы на головные телефоны и питается от встроенной аккумуляторной батареи большой ёмкости, что обеспечивает его длительную работу.

Схема усилителя представлена на **рис. 1**. Входную вилку устройства XP1 подключают к источнику сигнала ЗЧ. Через RC-фильтры R1C3 и R3C4 стереосигнал поступает на регулятор громкости — сдвоенный переменный резистор R6. Конденсатор C2 позволяет подключить УМЗЧ и источник сигнала к одному общему источнику питания постоянного тока, например, описанному в [3]. При этом возможно появление незначительных периодических "цифровых" помех в телефонах — в том случае, если общий провод выхода у источника стереосигнала не является минусом питания.

С движков секций переменного резистора стереосигнал через разделительные конденсаторы C6 и C7 поступает на неинвертирующие входы ОУ микросхемы DA1. Коэффициент усиления напряжения в каналах зависит от отношения значений сопротивления резисторов R14/R10 и R15/R11. В данном устройстве коэффициент усиления выбран относительно большим, что позволяет почти всегда поднять уровень звука до оптимального, но такое решение потребовало применения малошумящих ОУ. Демпфирующие цепи R18C12 и R16C13 предотвращают возможное самовозбуждение ОУ на ультразвуковых частотах. Диоды VD3—VD6 защищают микросхему от разрядов статического электричества и от повреждения токами утечки сетевых источников питания.

Усиленный стереосигнал через разделительные конденсаторы C15—C18 поступает на гнездо XS2, к которому подключают головные стереотелефоны. Резисторы R20, R21 предотвращают появление неприятного щелчка при подключении телефонов к работающему усилителю. Режим работы ОУ DA1.1 и DA1.2 задаёт резистивный делитель напряжения R19R17. Максимальный размах напряжения на выходе УМЗЧ — около 3,9 В при напряжении питания микросхемы 4,2 В.

Источником питания УМЗЧ служит батарея из соединённых параллельно литий-ионных аккумуляторов G1 и G2. К узлам усилителя она подключена через контроллер зарядки/разрядки A1. Между ним и аккумуляторной батареей установлен полимерный самовосстанавливающийся предохранитель FU1. Для зарядки батареи к гнезду XS1 подключают источник напряжения 4,8...6,5 В. Ток зарядки ограничивается включёнными последовательно резисторами R9, R13, диодами Шотки VD1, VD2, сопротивлением соединительного провода и выходным сопротивлением зарядного устройства. Когда по цепи протекает ток зарядки аккумуляторной батареи, германиевый транзистор VT1 открыт и светодиод HL1 светится. Диод VD1 ограничивает рост напряжения на выводах резистора R4. Конденсатор C5 снижает чувствительность транзистора VT1 к пульсациям источника питания. Конденсатор C8 обеспечивает корректную работу контроллера A1. Применение двух последовательно включённых резисторов R9, R13 вместо одного большей мощности рассеяния позволяет равномернее распределить нагрев в корпусе устройства.

Когда в процессе зарядки напряжение на выводах батареи достигает 4,22...4,25 В, контроллер A1 отключает аккумуляторы G1, G2 от зарядной цепи. Поскольку ток зарядного устройства может быть заведомо больше, чем потребляемый микросхемой DA1 ток от источника питания, при отключении батареи контроллером A1 напряжение питания DA1 повышается до 4,6...6,3 В, что положительно сказывается на увеличении максимального размаха напряжения на выходах УМЗЧ. Напряжение питания на DA1 подаётся через замкнутые контакты выключателя SB1, светодиод HL2 светится при работающем УМЗЧ. Для уменьшения потребляемого этим индикатором тока в качестве HL2 применён сверхъяркий светодиод, довольно ярко светящийся при токе около 150 мкА.

Большинство деталей установлены на монтажной плате размерами 66×49 мм (**рис. 2**), монтаж — низкопрофильный, двухсторонний, навесной. После проверки работоспособности устройства



Рис. 2

плату обязательно следует покрыть с обеих сторон толстым слоем цапонлака (проследите за тем, чтобы он не попал в гнёзда розеток разъёмов, в переменный резистор и выключатель питания).

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Микросхема APA2308 представляет собой сдвоенный высококачественный малошумящий ОУ, специально предназначенный для применения в качестве усилителя ЗЧ для головных стереотелефонов. Микросхема с индексом J выпускается в корпусе DIP-8, а с индексом K — SOP-8. Можно применить микросхему TL3414A (назначение выводов такое же, как у APA2308). При отсутствии в продаже таких микросхем можно попытаться найти их в старых компьютерных устройствах для чтения/записи компакт-дисков.



Рис. 3

Вместо германиевого транзистора МП25А можно применить любой германиевый низкочастотный из серий МП25, МП26, ГТ402 (вариант корпуса — 2), а также зарубежные ГТ2 307, SFT307, SFT352; вместо диодов Шотки MBRD320 — MBRD330, MBRD340, MBRD835, 1N5820, 1N5821, MBR320, MBR330, 15MQ040N, 30BQ040, а вместо диодов 1N914 — любые из 1N4148, PMLL4148, PMLL4448, 1SS176, КД510А, а также КД521, КД522 с любым буквенным индексом.

Для регулирования громкости применён высококачественный сдвоенный переменный резистор от импортного музыкального центра SANIO M-977DSR, его "холодные" выводы электрически соединены вместе внутри корпуса. Можно использовать любой аналогичный сдвоенный резистор сопротивлением 10...150 кОм (чем оно меньше, тем лучше). Все сигнальные провода, подключённые к регулятору громкости, должны быть экранированными, металлический экран соединяют с общим проводом.

Остальные резисторы — С2-14, С2-23, МЛТ, ОМЛТ, РПМ или импортные аналоги. Под резисторами R9, R13 в монтажной плате просверлены дополнительные вентиляционные отверстия. Резисторы R1, R3 и конденсаторы C3, C4 припаяны к соответствующим выводам секций сдвоенного переменного резистора R6, резистор R22 — к контактам выключателя SB1. Неполярные конденсаторы — малогабаритные керамические, например, К10-50 или аналоги (те из них, что установлены в сигнальных цепях, необходимо проверить на отсутствие микрофонного эффекта, по этой причине нельзя устанавливать конденсаторы К10-7). Остальные конденсаторы — оксидные импортные высотой 4...6 мм.

Светодиод RL36-SR114S (красного цвета свечения с линзой диаметром 3 мм) заменим любым из серий КИПД66, RL30N, L-934S. Вместо светодиода RL30-CB744D (синего цвета свечения) можно использовать, например, RL50-CB744D, RL30-WH744D. При монтаже HL2 учитывайте, что не все сверхъяркие светодиоды содержат защитные стабилитроны, поэтому при монтаже обязательно защищайте их от статического электричества соединяющей выводы временно установленной проволочной перемычкой.

Выключатель SB1 — импортный малогабаритный кнопочный, одноимённые контакты групп соединены параллельно. Розетка XS1 — miniUSB, это позволяет использовать для зарядки аккумуляторной батареи большинство зарядных устройств от мобильных мультимедийных аппаратов и системные блоки ПК. Можно установить также розетку microUSB, являющуюся стандартом для современных мобильных устройств связи, но эти розетки обладают неудовлетворительной надёжностью.

Контроллер A1 извлечён из неисправной телефонной литий-ионной аккумуляторной батареи Samsung (**рис. 3**). Он "умеет" отключать аккумулятор от цепи не только когда полностью заряжен, но и при его разрядке до минимально допустимого уровня, на что способны не все контроллеры аналогичного назначения.


Рис. 4

Поскольку данных о наличии защитного предохранителя нет, между контроллером и батареей установлен полимерный самовосстанавливающийся предохранитель на ток 1,1 А (подойдёт любой низковольтный на ток 1,1...1,85 А). Стальные контактные лепестки контроллера облуживают припоем с помощью флюса из ацетилсалициловой кислоты. К минусовому контакту припаивают предохранитель, к плюсовому — соответствующий провод от аккумуляторной батареи. Перед началом эксплуатации проверьте контроллер на исправность.

Сделанные в Японии литий-ионные аккумуляторы Panasonic-Matsushita CGR18650C извлечены из ноутбучной батареи 2004 г. выпуска. Предварительно они были полностью заряжены, измеренная через восемь месяцев суммарная ёмкость аккумуляторов при разрядке током 1 А составила около 4500 мА·ч, что свидетельствует об их очень высоком качестве. Тут необходимо отметить, что среди продаваемых в розницу аккумуляторов типоразмера 18650 много низкокачественных и поддельных экземпляров (с большим током саморазрядки, в несколько раз меньшей, чем на этикетке, ёмкостью, с коротким сроком службы/хранения). Подделками, по мнению автора, являются все аккумуляторы 18650 с заявленной ёмкостью более 3000 мА·ч. При монтаже таких аккумуляторов будьте предельно осторожными — при коротком замыкании ток в цепи может достичь нескольких десятков ампер. Провода припаивают к приваренным к корпусу аккумулятора стальным лепесткам. К корпусу устройства их приклеивают двухсторонней липкой лентой.

Корпус усилителя — пластмассовый, размерами 88×57×35 мм. Для крепления элементов в нём применены этиленви-



Рис. 5

нилацетатный клей, а также "Квинтол" и БФ-2. Для лучшего сцепления склеиваемым пластиковым поверхностям рекомендуется придать шероховатость быстровращающимся сверлом или фрезой. В нижней части корпуса в качестве экрана приклеена липкая алюминиевая фольга, электрически соединённая с общим проводом, точка подключения — экран переменного резистора R6. Вид на компоновку узлов в корпусе показан на **рис. 4**, внешний вид усилителя — на **рис. 5**.

Безошибочно изготовленное из исправных деталей устройство начинает работать сразу и не требует налаживания. При напряжении питания 4,2 В в отсутствие сигнала УМЗЧ потребляет ток около 2,8 мА, при работе с телефонами сопротивлением 32 Ом на максимальной (оптимальной) громкости — примерно 18 мА, таким образом, полного заряда аккумуляторной батареи хватит более чем на 250 ч непрерывной работы устройства. Время зарядки полностью разряженной батареи зависит от её реальной ёмкости и особенностей зарядного устройства (при зарядке от блока питания, аналогичного описанному в [3], — около суток).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Активный разветвитель сигнала для стереотелефонов. — Радио, 2014, № 1, с. 12—14.

2. **Бутов А.** Корректирующий усилитель ЗЧ для мультимедийных устройств. — Радио, 2015, № 11, с. 10, 11.

3. **Бутов А.** Импульсный источник питания на базе блока из DVD-проигрывателя. — Радио, 2015, № 11, с. 31, 32.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. 15 сентября филиал РТРС "Санкт-Петербургский РЦ" начал трансляцию программ радиостанции "Спорт FM" на частоте 95,5 МГц. Мощность передатчика — 5 кВт. Радиостанция доступна более 5,5 миллиона жителей Санкт-Петербурга и окрестностей. Вещание ведётся круглосуточно. "Спорт FM" стал 34-й по счёту станцией CCIR-диапазона Санкт-Петербурга, а сама северная столица — 37-м городом в сети популярного спортивного радио (источник — URL: **http://spb.rtrs.ru/news/read/572/** (22.09.16)).

Федеральная радиосеть "Спорт FM" включает в себя 38 пунктов установки передатчиков, зона уверенного приёма охватывает более 500 российских городов и населённых пунктов России.

В Санкт-Петербурге с 15 сентября возобновлена эфирная трансляция радиостанции "Град Петров", которая передаёт в эфир программы религиозного и культурно-познавательного содержания. Вещание ведётся на частоте 73,1 МГц (г. Санкт-Петербург) и 102,5 МГц (г. Луга) по прежнему ежедневному расписанию с 04.00 до 23.00 (источник — URL: **https://vk.com/ctvspb?w=wall-59176345_7069** (22.09.16)).

20 сентября вещание трёх петербургских средневолновых радиостанций переводится с площадки участка эксплуатации средневолновых передатчиков (УЭСВП, Октябрьская наб., 72) на площадку цеха "Радиоцентр № 1" (пос. Ольгино Ленинградской обл.). Сетка вещания остаётся прежней:

— на частоте 684 кГц — "Радио Радонеж" с 17.00 до 21.00;

— на частоте 828 кГц — "Радиогазета "Слово" с 06.00 до 14.00, с 18.00 до 02.00 и "Православное радио Санкт-Петербурга" — с 02.00 до 06.00, с 14.00 до 18.00 (источник — URL: **https://vk.com/ctvspb?w=wall-59176345_7076** (22.09.16)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. Филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" начал с 1 сентября эфирную трансляцию радиостанции "Радио России" в CCIR-диапазоне в населённых пунктах:

— г. Змеиногорск, частота вещания — 107,2 МГц;

— г. Славгород, частота вещания — 103,5 МГц;

— с. Кулунда, частота вещания — 102,8 МГц;

— с. Павловск, частота вещания — 104,2 МГц;

— с. Поспелиха, частота вещания — 102,5 МГц;

— с.Чарышское, частота вещания — 103,3 МГц.

Трансляция "Радио России" в OIRT-диапазоне в указанных населённых пунктах будет прекращена (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/news/read/491/** (22.09.16)).

Полный список ретрансляторов "Радио России" в Алтайском крае расположен по адресу <**http://vesti22.tv/radiorus-altai**>. На сегодняшний день на территории края эфирное вещание этой станции в CCIR-диапазоне осуществляется в 46 населённых пунктах. До конца 2016 г. в регионе планируется закончить перевод всех действующих радиостанций в этот диапазон (источник — URL: **http://vesti22.tv/news/eshchyo-shest-gorodov-i-syol-altayskogo-kraya-nachali-prinimat-radio-rossii-v-fm-diapazone** (22.09.16)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Белгородский ОРТПЦ" смонтировал антенно-фидерные устройства и оборудование радиостанции "Радио Весна FM" в г. Старом Осколе. Частота вещания — 90,6 МГц, мощность передатчика — 500 Вт. О начале трансляции "Радио Весна FM" будет сообщено дополнительно (источник — URL: **http://belgorod.rtrs.ru/news/read/1154/** (22.09.16)).

БУРЯТИЯ. Филиал РТРС "РТПЦ Республики Бурятия" 29 августа перевёл вещание радиостанции "Радио России" в CCIR-диапазон в четырёх населённых пунктах республики:

— в Багдарине — на частоту 102 МГц;

— в Новоильинске — на частоту 107,1 МГц;

— в Таксимо — на частоту 102,7 МГц;

— в Усть-Баргузине — на частоту 101,1 МГц (источник — URL: **http://ulan-ude.rtrs.ru/news/read/75/** (22.09.16)).

1 сентября на частоте 90,8 МГц начало работать первое в истории республики радио, вещающее 24 ч в сутки на бурятском языке. Торжественная церемония выхода в эфир "Нютагайм радио" состоялась в Бурятском деловом центре. Станция транслирует программы на всех диалектах бурятского языка: сэлэнгын, хонгоодор, баргажан, эрхуу, хори (источник — URL: **http://baikalfinans. com/lichnyie-dengi/v-buryatii-pervyie-nachalos-kruglosutochnoe-veschanie-fm-radio-na-buryatskom-yazyike-01092016-14821832.html** (22.09.16)).

ИРКУТСКАЯ ОБЛ. К сети регионального вещания "Радио Дача" 6 сентября присоединился г. Усть-Кут, частота вещания — 87,5 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3656.html** (22.09.16)).

КАРЕЛИЯ. 16 сентября филиал РТРС "РТПЦ Республики Карелия" начал трансляцию радиостанции "Спорт FM" на частоте 101,8 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://karelia.rtrs.ru/news/read/351/** (22.09.16)).

КОСТРОМА. С 19 сентября "Радио России-Кострома" работает на новой частоте — 91,6 МГц (источник — URL: **http://gtrk-kostroma.ru/news/2016/09/19/radio-rossii-kostroma-perehodit-na-fm-diapazon-v-kostrome-i-kostromskom-rajone-ngJPZFQciBZEeiABI7iUwZuA.aspx** (22.09.16)).

МОРДОВИЯ. 7 сентября радиостанция "Радио России" прекратила вещание на частоте 71,33 МГц в Атюрьево, с этого дня жители села могут слушать станцию на частоте 106 МГц (источник — URL: **http://moris.rtrs.ru/news/read/136/** (22.09.16)).

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. К региональной сети "Радио Дача" присоединился п. Переволоцкий, частота вещания радиостанции — 102,0 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3698.html** (22.09.16)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Love Radio" с 31 августа транслирует программы в г. Кунгуре на частоте 102,3 МГц (источник — URL: **http://mediaguide.ru/?p=news&id=57c5f492** (22.09.16)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. Федеральная радиостанция "Радио России. Приморье" холдинга ВГТРК начала вещание на частоте 101,4 МГц в г. Находке. Мощность передатчика — 1 кВт.

Находка стала третьим городом Приморского края, где "Радио России. Приморье" зазвучало в CCIR-диапазоне. В 2015 г. радиостанция начала свою работу во Владивостоке на частоте 102,1 МГц, в Уссурийске — на частоте 106,0 МГц.

С 2012 г. в г. Владивостоке на частоте 89,8 МГц вещает радиостанция "Вести FM. Владивосток", а в 2015 г. в столице Приморья на частоте 88,8 МГц зазвучало "Радио Маяк. Владивосток" (источник — URL: **http://vestiprim.ru/2016/09/14/radio-rossiiprimore-zazvuchalo-v-nahodke-na-fm-volnah.html** (22.09.16)).

31 августа 2016 г. в Приморском крае была введена чрезвычайная ситуация в связи с прохождением по территории края тайфуна. По информации главного управления МЧС по Приморскому краю, больше всего от тайфуна пострадали населённые пункты Кавалеровского, Чугуевского и Тернейского районов.

В результате тайфуна было прервано энергоснабжение ряда объектов. Без эфирного телевидения остались 45 населённых пунктов, или 33 тыс. жителей (1,9 % населения края).

Менее чем за сутки филиал РТРС "Приморский КРТПЦ" расконсервировал передающее оборудование мощного радиовещания, выполнил проверку работоспособности инженерных и технических систем. 2 сентября с 15.00 была организована трансляция программы "Радио России" со вставками ГТРК "Владивосток" в средневолновом диапазоне на частоте 810 кГц. 3 сентября в 00.00 началось вещание и в коротковолновых диапазонах. Средне- и коротковолновым радиовещанием была покрыта территория всего Приморского края (источники — URL: **http://vladivostok.rtrs.ru/news/read/273/** и **http://vestiprim.ru/2016/09/03/v-primore-iz-za-rezhima-chs-rasshiryaetsya-zona-veschaniya-radio-rossiiprimore.html** (22.09.16)).

<u>От автора рубрики:</u> *трансляция "Радио России" в диапазоне коротких волн осуществляется по следующему расписанию:*

— на частоте 7245 кГц — с 02.00 до 07.00;

— на частоте 9895 кГц — с 07.00 до 10.00;

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

— на частоте 5900 кГц — с 10.00 до 15.00;
— на частоте 7350 кГц — с 15.00 до 21.00.

Все частоты проверены через удалённый SDR-приёмник в Австралии ***http://kiwisdr.vk5fo.com:8073/****. На момент подготовки материала трансляция "Радио России" продолжается.*

РОСТОВ-НА-ДОНУ. 14 сентября жители города впервые услышали позывные новой радиостанции "Вести FM" на частоте 90,2 МГц. В первое время здесь будет идти трансляция только московских программ, но уже совсем скоро появятся региональные выпуски. Передатчик изготовлен российскими производителями, антенно-фидерное устройство расположено на телевизионной вышке, высота которой 180 м, а антенна установлена на отметке 172 м (источник — URL: **http://dontr.ru/vesti/obshchestvo/radio-vesti-fm-nachalo-veshhanie-v-rostove-na-chastote-90-2-fm/** (22.09.16)).

ГТРК "Дон" теперь будет вести трансляции сразу трёх радиостанций: "Радио России", "Маяк" и "Вести FM".

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Рязанский ОРТПЦ" в сентябре начал трансляцию радиостанции "Радио Ваня" в с. Мосолово на частоте 98,5 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://ryazan.rtrs.ru/news/read/180/** (22.09.16)).

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Love Radio" начала работать в двух городах Свердловской области: в Полевском — на частоте 105,3 МГц, в Красноуфимске — на частоте 105,4 МГц (источник — URL: **http://mediaguide.ru/?p=news&id=57c5f492** (22.09.16)).

ТАМБОВ. В связи с переводом трансляций радиостанции "Маяк" в областном центре на частоту 89,8 МГц CCIR-диапазона вещание на частоте 71,78 МГц прекращено 25 августа (источник — URL: **http://tambov.rtrs.ru/news/read/222/** (22.09.16)).

19 сентября Тамбовский ОРТПЦ перевёл работу "Радио России-Тамбов" на новую частоту — 100,9 МГц. Программы станции транслируются круглосуточно (источник — URL: **http://www.vestitambov.ru/?new_id=54600** (22.09.16)).

ТАТАРСТАН. 2 августа к региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Набережные Челны Республики Татарстан. Частота трансляции — 98,7 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/3648.htm** (22.09.16)).

ТЮМЕНЬ. 19 сентября началось вещание "Детского радио" на частоте 104,2 МГц. Это современная развлекательно-познавательная станция для детей и их родителей, ранее она называлась "Дети FM", и первый её выход в эфир состоялся в Москве 25 декабря 2007 г. (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=104342** (22.09.16)).

УДМУРТИЯ. Филиал РТРС "Удмуртский РРТПЦ" 25 августа начал трансляцию "Радио России" в посёлке Яр 25 августа на частоте 106,5 МГц. Мощность передатчика — 250 Вт (источник — URL: **http://udmurtiya.rtrs.ru/news/read/577/** (22.09.16)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

БЕЛАРУСЬ. 9 сентября в Гомеле открылась новая радиостанция "Правда радио", она является первой станцией, которую в городе открыла газета "Гомельская правда". Вещание проходит круглосуточно на частоте 99 МГц. На начальном этапе радиостанция будет охватывать только Гомель и прилегающую к нему 30-километровую зону. В перспективе планируется, что "Правда радио" будет вещать не только на территории Республики Беларусь, но и в приграничных районах соседних с Беларусью государств (источник — URL: **http://www.belnovosti.by/society/52159-090920161700.html** (22.09.16)).

США/МАДАГАСКАР. Находящаяся на Мадагаскаре радиостанция "Madagascar World Voice" планирует в зимнем вещательном сезоне вести трансляции на русском языке один раз в день (согласно записям в базе зарегистрированных вещателей HFCC) на частоте 9570 кГц с 18.00 до 19.00, мощность передатчика — 100 кВт; резервная частота — 9540 кГц.

США. Северокавказская служба "Радио Свобода" 30 сентября прекращает эфирное вещание на чеченском языке. Программы в последнее время выходили в эфир 20-минутными блоками в 04.00 и в 16.00.

Напомню, что с 31 мая были прекращены трансляции на аварском и черкесском языках. Причина закрытия указанных служб на сегодняшний день остаётся неизвестной. Таким образом, с 1 октября Северокавказская служба остаётся только на сайте "Радио Свобода" **<http://www.radiomarsho.com/>.**

Хорошего приёма и 73!

Кварцевые лестничные фильтры на частоту 30...70 МГц. Часть 5

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2016, № 7—10

Фильтры на частоту 64455 кГц для трансиверов Icom (РПУ "Бригантина" и Р170П — 65128 кГц)

Некоторые трансиверы Icom имеют достаточно большое усиление до второго смесителя, и их четырёхрезонаторный фильтр в первой ПЧ в некоторых случаях не может подавить помеху от местного соседа—радиолюбителя.

А в некоторых российских магистральных приёмниках фильтры имеют слишком большую полосу пропускания — 20...60 и даже 100 кГц. Если их использовать в режиме панорамного обзора, их качественная АЧХ выручает (при правильной настройке). В "спортивном режиме" при приёме CW/SSB это приводит к излишним проблемам. Даже два одинаковых фильтра не обеспечат требуемого подавления сигнала на зеркальной частоте для второй ПЧ. Это как-то не соответствует тому, что приёмники "набрали" вес далеко за 10 кг, — много металла и экранов.

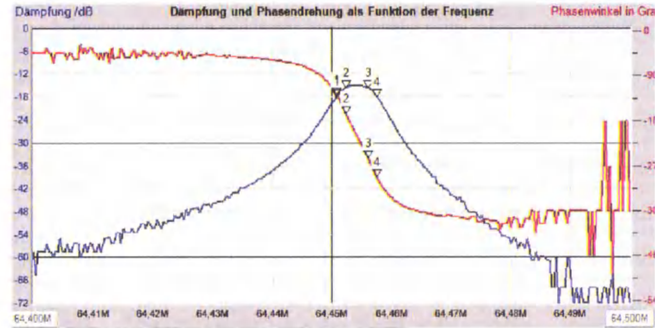


Рис. 5.1

Фильтр QF2 с импедансом 15 Ом

На двух резонаторах 64462-24 среднего качества можно сделать узкополосный фильтр с низким импедансом — 15 Ом и плоской вершиной протяжённостью 3 кГц (**рис. 5.1**). Это — его "крайняя низкочастотная" настройка с центральной частотой 64453 кГц. Для этого фильтра ёмкость конденсаторов: C1 = C3 = 39 пФ, C2 = 68 пФ. Чтобы точно попасть на частоту 64455 кГц, надо применить резонаторы 64464-24.

Если ёмкость среднего конденсатора немного уменьшить, при импедансе 15 Ом полоса пропускания по уровню −3 дБ увеличится до 10 кГц (при плоской вершине протяжённостью 6 кГц), потери в полосе пропускания уменьшатся на 0,5 дБ, центральная частота будет точно на 64455 кГц (**рис. 5.2**). Такой фильтр практически идеально впишется в концепцию многих РПУ в трансиверах Icom.

Если применить резонаторы с отличающимися по частоте паразитными резонансами, получится очень хороший фильтр, который на уровне −40 дБ "чистит" на всех частотах (**рис. 5.3**). Симметрия фильтра отличная, и её корректировки не требуется.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

К сожалению, узкополосные фильтры имеют низкий импеданс, поэтому потери у них сравнительно большие. В этом примере они составляют 5 дБ без учёта цепей согласования. К такому

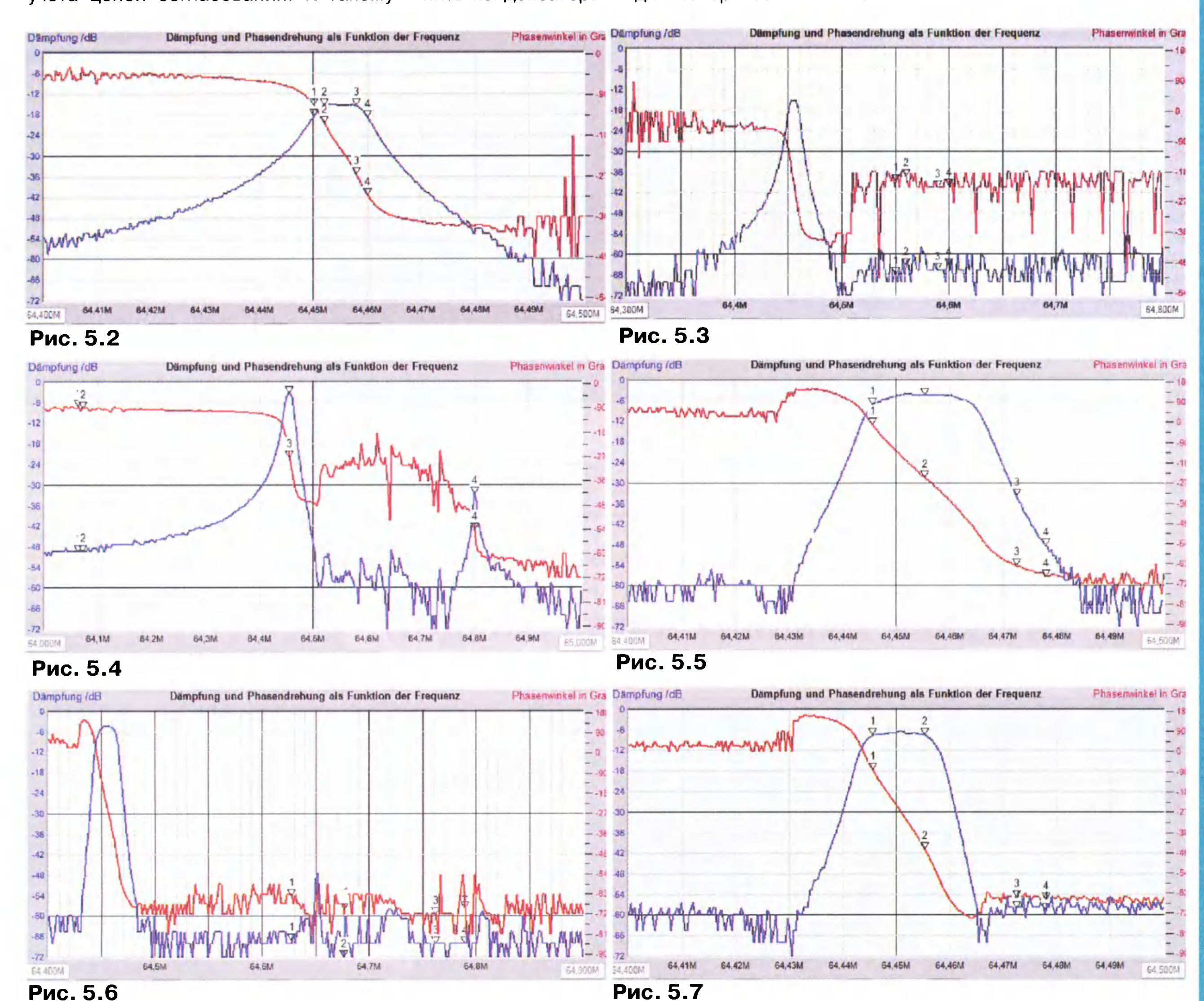


Рис. 5.2

Рис. 5.3

Рис. 5.4

Рис. 5.5

Рис. 5.6

Рис. 5.7

фильтру можно напрямую подключить УПЧ на двух полевых транзисторах BF862 (и аналогичных), включённых по схеме с общим затвором и суммарной крутизной 66 мА/В. В этом случае цепи согласования не потребуются. У такого УПЧ можно установить выходной импеданс 150 Ом, в результате получится усиление не менее 14 дБ в полосе прозрачности последующего фильтра.

"Антишумовой" фильтр QF2

При преобразовании сигнала из первой ПЧ во вторую преобразуется не только полезный сигнал, но ещё и шум, присутствующий на частоте зеркального канала. Чтобы этот шум подавить, непосредственно перед вторым смесителем достаточно установить несложный фильтр на двух резонаторах. Такой фильтр (**рис. 5.4**) можно сделать на резонаторах 64457-24 и с "удобным" импедансом 50 Ом, ровной вершиной АЧХ протяжённостью 6 кГц, полосой пропускания 14 кГц (по уровню –3 дБ) и потерями не более 3,5 дБ.

После налаживания фильтра подстроечные конденсаторы можно заменить конденсаторами для поверхностного монтажа типоразмера 0805, и объём фильтра не превысит 0,5 см^3. Если сделать три проволочных вывода, такую конструкцию без особого труда можно разместить практически в любом РПУ. Кстати, попутно улучшится избирательность всего тракта первой ПЧ. Если для фильтра нагрузкой служит диодный смеситель, то нагрузка на низкочастотной ПЧ этого смесителя должна быть широкополосной — 50 Ом, чтобы не "испортить" АЧХ кварцевого фильтра за счёт обратной реакции из тракта второй ПЧ.

Универсальный фильтр QF6

Этот фильтр задуман как универсальный, поскольку его ФЧХ позволит обеспечить качественный приём узкополосной ЧМ или ФМ, а протяжённая плоская вершина АЧХ хороша для приёма SDR и AM (**рис. 5.5**). По сравнению с заводским четырёхрезонаторным фильтром с полосой пропускания 15 кГц (в IC-7600) лучше подавляются помехи при отстройке более ±25 кГц. В этом фильтре применены резонаторы 64453-24, импеданс — 160 Ом.

Поскольку резонаторы не были предварительно отобраны по паразитным резонансам, появилась одна "лазейка" с уровнем –45 дБ с полосой пропускания 2 кГц, на 200 кГц выше центральной частоты (**рис. 5.6**). Общее подавление за полосой пропускания составляет 60...70 дБ. В этом фильтре для симметрирования АЧХ применены две катушки индуктивности 1,5 мкГн.

Фильтр QF6 с плоской вершиной 10 кГц

На резонаторах 64453-24 с номинальным импедансом 90 Ом был собран макет фильтра с плоской вершиной протяжённостью 10 кГц, и при первой попытке получился "промах" на 4,5 кГц — на частоту 64450,5 кГц (**рис. 5.7**).

Более правильная форма АЧХ получилась при настройке фильтра на частоту 64451...64451,5 кГц, но при импедансе 80 Ом. Для коррекции "промаха" центральной частоты было решено при-

менить резонаторы 64456-24 вместо "очевидных" вариантов 66457-24 или 64458-24. За счёт этого новый фильтр "набирает" ещё 1 кГц по ширине полосы пропускания, которые выручают для налаживания более прямоугольной АЧХ. Новый фильтр с резонаторами 64456-24 был собран на печатной плате размерами 12×40 мм для его применения в IC-7600. Все компоненты для этого фильтра показаны на **рис. 5.8**. В согласующих цепях были применены катушки индуктивности LQW2B (82 нГн, на белом керамическом каркасе без ферритового магнитопровода).

Фильтр собран по схеме, показанной на **рис. 5.9**. АЧХ "правильной" формы (**рис. 5.10**) с центральной частотой 64455 кГц получилась при импедансе 75 Ом, из-за хорошего качества резонаторов затухание в полосе пропускания не превысило 5 дБ.

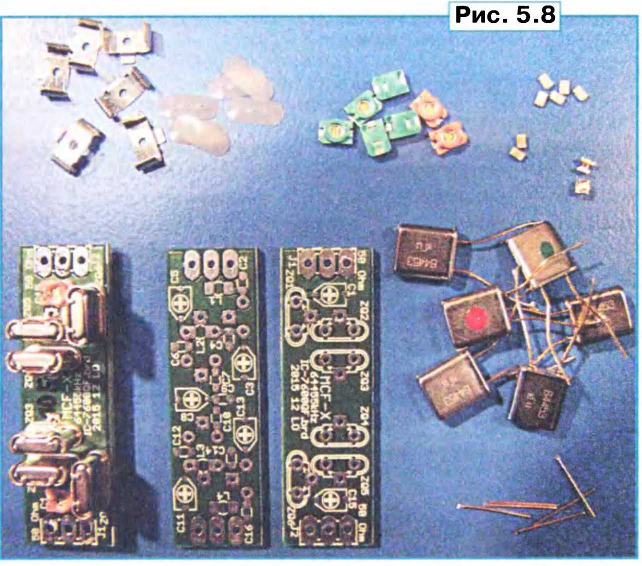


Рис. 5.8

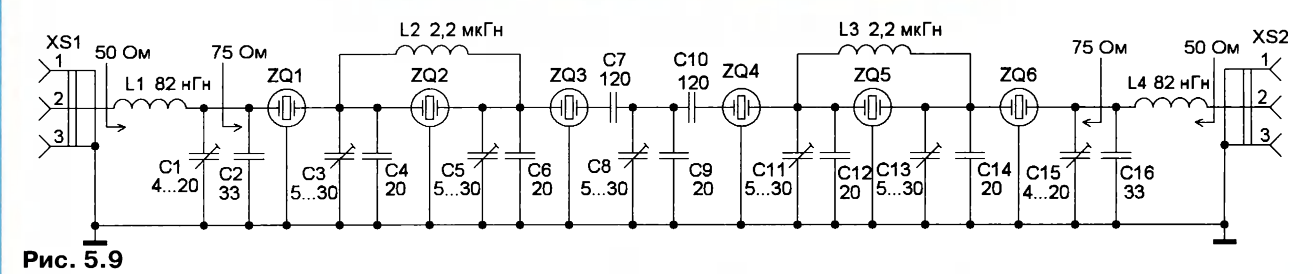


Рис. 5.9

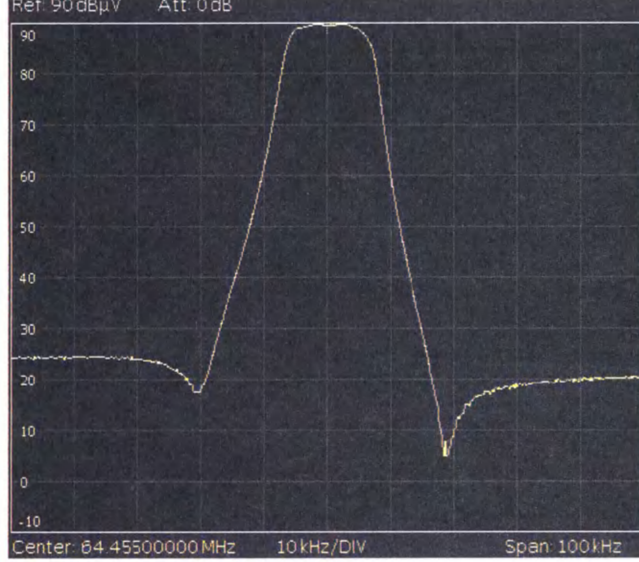


Рис. 5.10

При налаживании оказалось, что можно обойтись без симметрирующих катушек индуктивности L2 и L3, и на плате они не установлены. Полюс затухания на левом скате АЧХ — ложный, он образуется из-за ёмкостной связи между входным и выходным соединительными проводами длиной по 15 мм. При установке фильтра в РПУ затухание доходит до 80...86 дБ. Полюс затухания (−85 дБ) на правом скате реальный и определяется резонаторами. Этот фильтр оптимален для приёма SDR, AM и SSB, при приёме узкополосной ЧМ могут появиться терпимые искажения голосового сигнала из-за нелинейности ФЧХ. Фильтр также может заменить штатный кварцевый фильтр шириной 15 кГц в IC-7600. В разработанном фильтре при отстройке 20 кГц затухание — не менее 70 дБ, и ещё немаловажно, что при отстройке ±10 кГц затухание — не менее 30 дБ, которое выручает при работе в радиовещательных диапазонах для защиты второго смесителя от перегрузки сигналом соседнего канала.

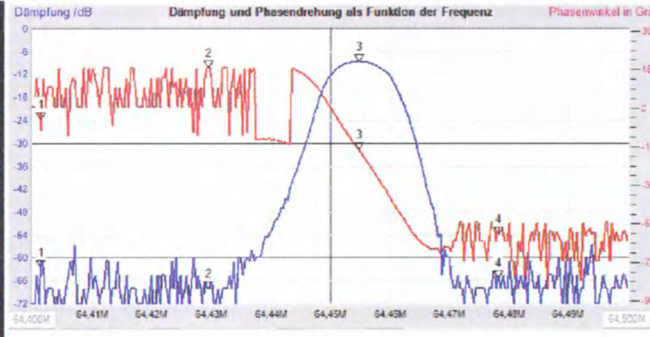


Рис. 5.11

Фильтр QF6 с линейной ФЧХ

На резонаторах 64457-24 с импедансом 50 Ом получился фильтр с линейной ФЧХ (**рис. 5.11**), что делает его пригодным для полноценной работы предпочтительно с ЧМ, ФМ, а ещё при сканировании и поиске.

Потери в полосе пропускания — 9 дБ из-за невысокого качества применённых резонаторов, а с хорошими резонаторами оно будет 3...5 дБ. При консультации с изготовителем выяснилось, что к такому результату привела поспешность при производстве этого заказа, поэтому при заказе не стоит излишне торопить изготовителя. По его спецификации резонаторы являются генераторными, и есть разные способы подогнать кристаллы к требуемой частоте, важно применять подходящую заготовку. Иногда приходится кристалл подтягивать "издалека", в результате для фильтров получаются не особо хорошие резонаторы.

Протяжённость линейного участка ФЧХ — 15 кГц. Этот фильтр может идеально заменить в приёмнике трансивера Icom штатный фильтр, если качественный приём AM не так уж важен. Все побочные резонансы подавлены на 50 дБ, при этом резонаторы предварительно не были подобраны. При таком низком импедансе максимальное заграждение может быть большим и существенно зависит от топологии печатной платы, на которой смонтированы элементы фильтра. Чтобы получить "полукруглую" вершину, надо увеличить ёмкость конденсаторов C4 и C6 до 6С, а ёмкость крайних конденсаторов уменьшить до 0,3С.

Фильтры на частоту 70200 кГц для РПУ EKD 300 и EKD 500

В приёмниках EKD 300 и EKD 500 (производство ГДР 80-е годы прошлого века) применён шестирезонаторный кварцевый фильтр MQF 70.2-1600-1 с полосой пропускания не менее 16 кГц. Потери (6 дБ) в этом фильтре и применение пассивного смесителя заставили разработчиков оптимизировать тракт первой ПЧ по шуму, а не по динамическому диапазону. Но самый большой просчёт (в EKD 500 он исправлен) — это подача сигнала первой ПЧ однофазно на балансный смеситель. Из-за этого приёмник утратил не менее 16 дБ возможного динамического диапазона.

При стандартной комплектации приёмника во второй ПЧ установлен ЭМФ с полосой пропускания 6 кГц, но по каким-то соображениям он пропускает полосу частот 200...206 кГц и поэтому "ловит" АМ-сигналы "боком". Ещё есть SSB-фильтр с полосой пропускания 197...200 кГц. В итоге во вторую ПЧ из первой поступают сигналы в диапазоне 70197...70206 кГц, поэтому центральная частота фильтра первой ПЧ должна быть 70201,5 кГц, и он должен иметь плоскую вершину протяжённостью 10 кГц. Если внимательно посмотреть документацию на фильтр MQF70.2-1600, его основные параметры практически полностью совпадают с указанными (полоса пропускания по уровню −1 дБ — 10 кГц, центральная частота — 70201 кГц).

При разработке фильтров для этого приёмника оказалось, что у приобретённых резонаторов на частоте около 70 МГц подгонка резонанса при CH = = 24 пФ во время изготовления вызывает разброс собственного последовательного резонанса кварцев в диапазоне 70185...70190 кГц. Этот эффект наблюдался у 80 % резонаторов 70186-24 и 70189-24. Если это учесть при построении фильтра, можно улучшить избирательность при большой отстройке и прямоугольность АЧХ.

Фильтр QF3 с малыми потерями

На резонаторах 70200-24 получился фильтр с центральной частотой 70201 кГц и потерями в полосе пропускания 2,8 дБ при импедансе 180 Ом. Плоская вершина протяжённостью 10 кГц и полоса пропускания 24 кГц (по уровню −6 дБ) позволят обеспечить качественный приём узкополосной ЧМ и SDR (**рис. 5.12**). Симметрирование не было сделано, чтобы получить максимальное подавление за полосой пропускания (не менее 46 дБ), в том числе на частоте зеркального канала (68800 кГц), а также в области паразитных резонансов (70600 кГц). Для согласования с 50-омным трактом применены Г-образные LC-цепи на качественных элементах (L = 0,18 мкГн, C = 20 пФ), при этом затухание в полосе пропускания увеличится до 3 дБ.

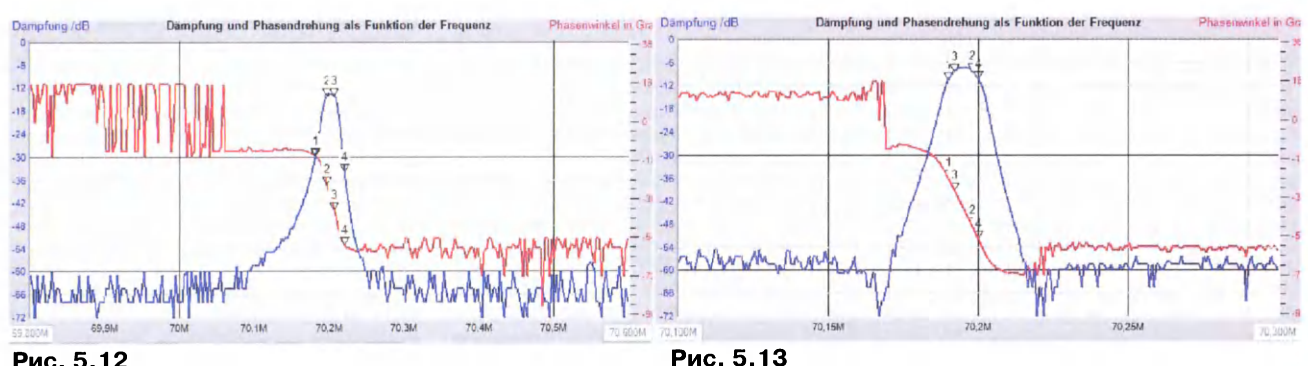


Рис. 5.12

Рис. 5.13

Фильтр QF4 с полосой пропускания 6 кГц

Цель эксперимента — построить фильтр с шириной полосы пропускания 6...7 кГц. С резонаторами 70200-24 центральная частота оказалась (**рис. 5.13**) смещена на 5 кГц до $F_{\text{ф}}$ = 70195 кГц, и поэтому для такого фильтра надо заказывать резонаторы 70205-24 ($F_{\text{ф}}$ = 70200 кГц) или 70208-24 ($F_{\text{ф}}$ = 70203 кГц).

Импеданс фильтра — 50 Ом, но ёмкости конденсаторов подобраны с завышенными на 20 % значениями номинальной ёмкости, поэтому получились завышенные потери в полосе пропускания — 7 дБ. Паразитных резонансов нет до уровня −50 дБ. При правильной конструкции и монтаже заграждение возрастёт до 80 дБ. Для симметрирования АЧХ установлен только один дроссель L = 0,82 мкГн, из-за чего на частоте 25...30 МГц возникает резонансный пик на уровне −30 дБ, который надо подавить LC-контуром на частоту 70,2 МГц с добротностью не менее 10. Если сравнить АЧХ этого фильтра с QF6 с полосой пропускания 10 кГц, то общий выигрыш не очень заметный. В "ближней зоне" улучшение составит только 10...12 дБ.

Такой фильтр пригодился бы в анализаторе спектра, так как вершина полукруглая и скаты симметричные, а ФЧХ — линейная, без резких изгибов.

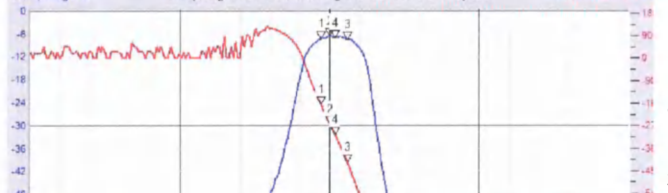


Рис. 5.14

Фильтр QF6 с плоской вершиной и полосой пропускания 10 кГц

С резонаторами 70200-24 был изготовлен фильтр с центральной частотой 70201 кГц и импедансом 120 Ом. Протяжённость плоской вершины — 10 кГц, полоса пропускания по уровню −6 дБ — 22 кГц (**рис. 5.14**). Коэффициент прямоугольности по уровням 6/60 дБ — примерно 2,5 и по уровню −60 дБ этот фильтр заметно лучше и надёжнее заграждает, чем штатный фильтр MQF70.2-1600-1.

Низкий импеданс 120 Ом обеспечивает симметричную форму АЧХ и большое подавление за полосой пропускания без дополнительных LC-контуров. Согласование на 50 Ом осуществляется Г-образным звеном (L = 0,15 мкГн, C = 22 пФ). Относительно линейная ФЧХ позволит дооборудовать эти приёмники трактом узкополосной ЧМ, а также установить высокоэффективный подавитель импульсных помех для SSB/CW.

Потери в полосе пропускания — 7 дБ, что на 1 дБ больше, чем у MQF70.2-1600-1 (10 %). Но прямое подключение фильтра к усилительному каскаду (без принудительного согласования с помощью резистора) уже даст заметный выигрыш по шуму, если согласование обеспечить за счёт активного входного импеданса усилительного каскада. Для этого фильтра можно переделать второй смеситель, включив полевые транзисторы в схему с общим затвором. Суммарная крутизна в смесительном режиме двух транзисторов должна быть около 8 мА/В, что не трудно обеспечить за счёт тока покоя транзисторов КП307Г или КП307Д.

(Окончание следует)

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 11, 2016

Лабораторный блок питания

А. ДЫМОВ, г. Оренбург

Блок питания — неотъемлемая часть домашней лаборатории любителя конструирования электронных устройств. Известно, что создаваемые устройства могут быть не только чисто цифровыми или аналоговыми, но также и аналого-цифровыми. А для отладки аналого-цифрового устройства необходимо иметь как минимум два, а то и три источника напряжения питания.

Предлагаемый лабораторный блок питания имеет два независимых взаимно изолированных источника напряжения. Их можно использовать независимо либо соединять в любой общей точке. Первый источник с фиксированным стабилизированным напряжением 5 В и допустимым током нагрузки 0,6 А предназначен для питания цифровых устройств. Второй источник в режиме 1 используют как однополярный с регулируемым напряжением 0,25...15 В и допустимым током нагрузки 1,2 А. Переключением в режим 2 этот источник превращают в двухполярный с регулируемым напряжением +/–(0,25...15) В и током до 0,6 А, который можно использовать и как однополярный с регулируемым напряжением 0,5...30 В.

Управляют блоком питания с помощью кнопок. Ими устанавливают регулируемое выходное напряжение с минимальным шагом около 0,01 В, выбирают и переключают режимы работы, входят в сервисное меню, выбирают источник, напряжение и ток которого будут отображаться на ЖКИ. Возможно отображение на ЖКИ и другой информации. Имеется возможность плавного включения и выключения выходного напряжения.

Блок питания имеет программную и физическую защиту от замыканий и перегрузок обоих независимых источников. При использовании регулируемого источника в двухполярном режиме важна симметрия нагрузки, поэтому предусмотрены контроль и защита от аварийной асимметрии токов нагрузки обоих выходов этого источника.

Для снижения рассеиваемой мощности на регулирующих элементах второго источника при регулировке выходного напряжения выполняется автоматическое изменение его входного напряжения. Это позволило применить теплоотвод небольших размеров, обдуваемый маломощным вентилятором.

Выбранные интервал выходных напряжений регулируемого источника и относительно небольшой допустимый ток нагрузки обусловлены тем, что этот источник предназначен для разработки и отладки сравнительно маломощных устройств. Но принципы, заложенные в

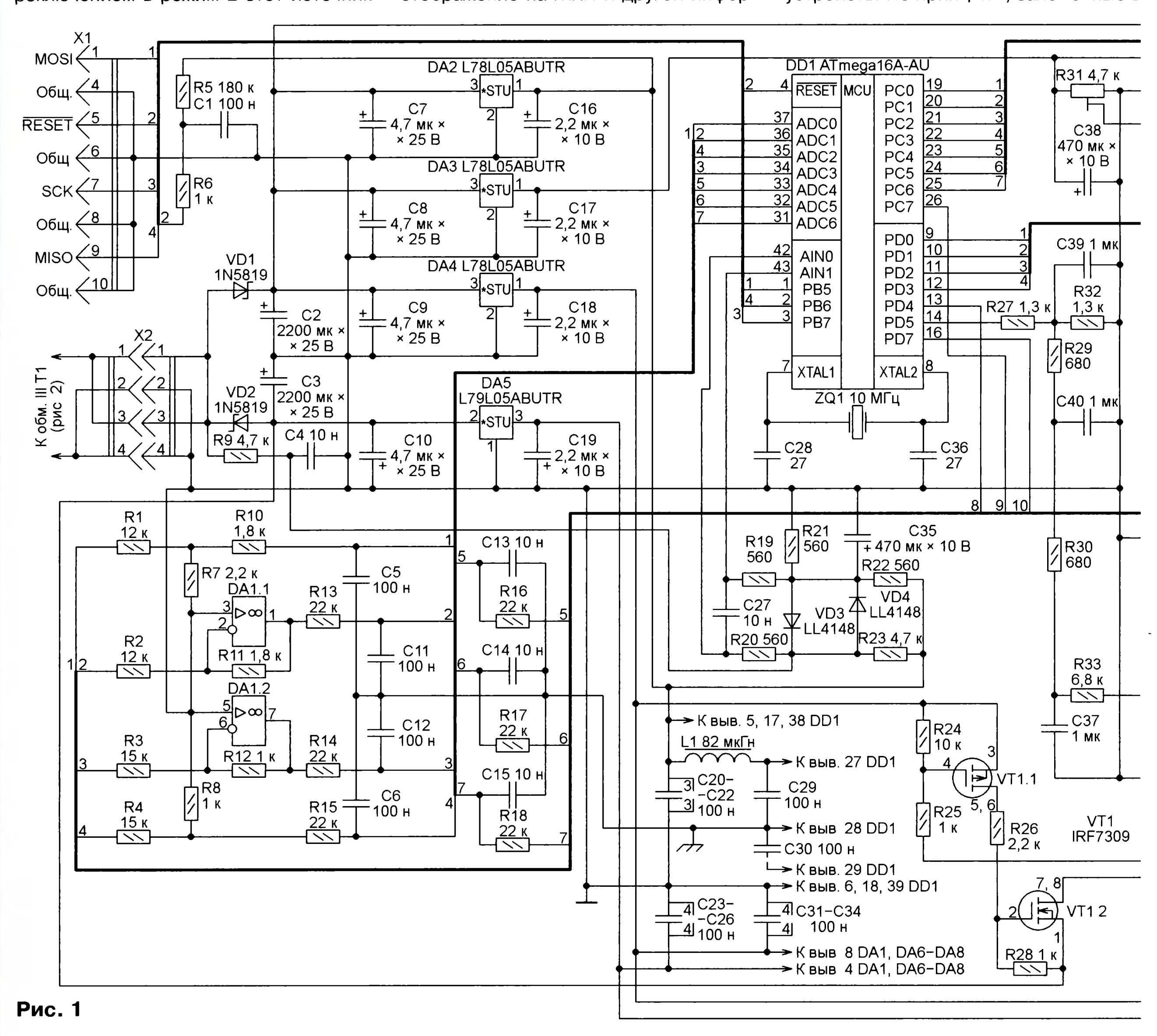


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

нём, могут быть использованы и при разработке более мощных источников.

Основная часть схемы источника питания изображена на **рис. 1**. Микроконтроллер DD1 управляет входным и выходным напряжением стабилизатора, измеряет эти напряжения и токи нагрузки, следит за состоянием кнопок управления, переключает режимы, формирует звуковые сигналы и выводит различную текстовую информацию на ЖКИ HG1.

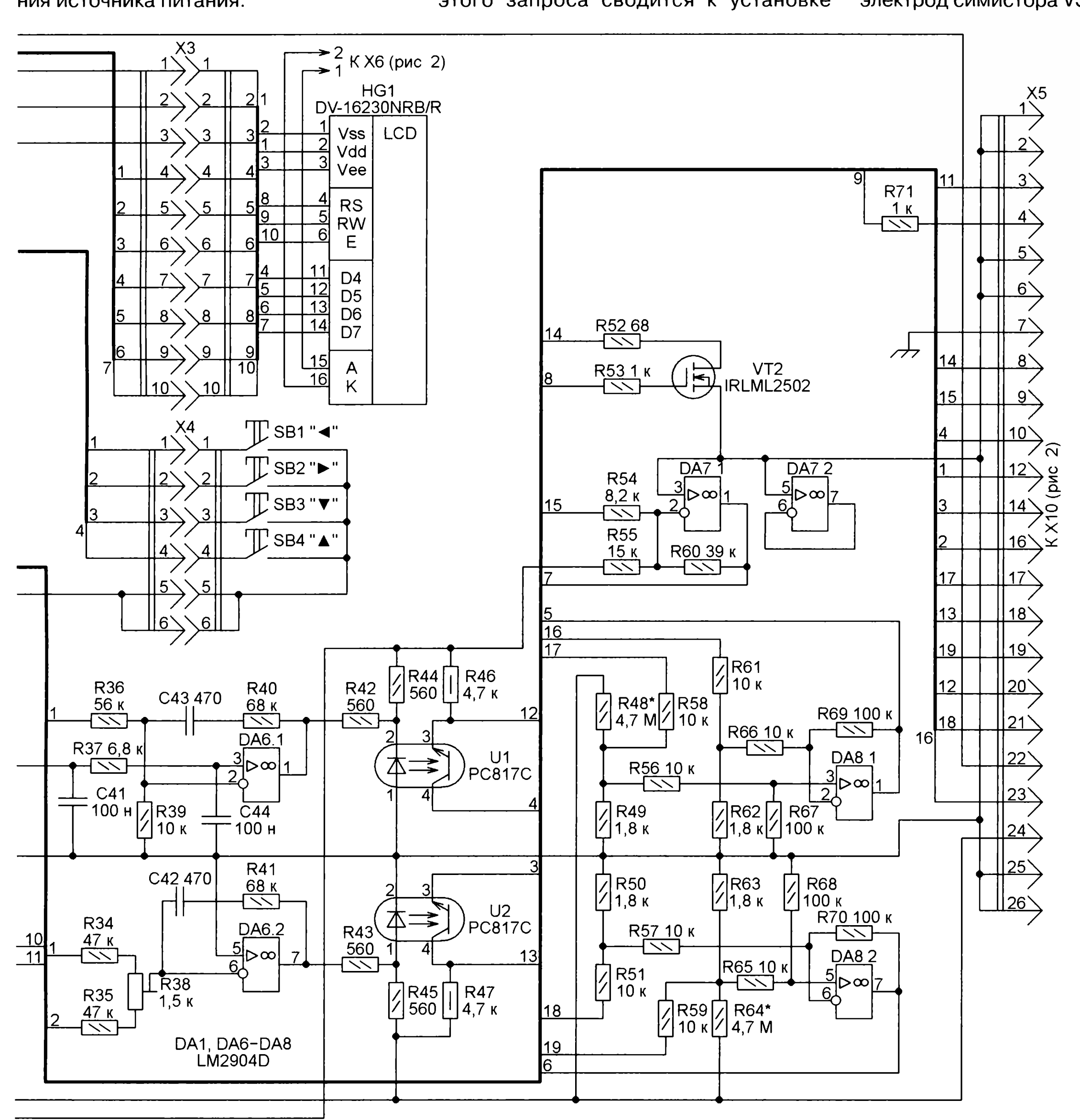
Линии PD0—PD3 микроконтроллера использованы для обслуживания кнопок SB1—SB4, подключённых через разъём X4. Информацию на ЖКИ микроконтроллер выводит по линиям PC0—PC6 через разъём X3. Для загрузки программы в микроконтроллер предназначен разъём X1.

Разъём X5 на плате микроконтроллера соединяют с разъёмом X10 силовой платы источника, схема которой изображена на **рис. 2**. Максимальное использование в конструкции разъёмных соединений обеспечило высокую технологичность изготовления и обслуживания источника питания.

Для управления входным напряжением стабилизатора используется фазовый симисторный регулятор, синхронизированный с сетевым напряжением. Синхронизирующий сигнал снят с обмотки III трансформатора T1 и поступает с контактов 1 и 3 разъёма X2 через резистор R9 на ограничивающие его диоды VD3, VD4. Поскольку встроенный компаратор микроконтроллера работает только с положительным напряжением, синхронизирующий сигнал перед подачей на вход AIN0 компаратора смещён в положительную область на половину напряжения питания микроконтроллера с помощью делителя напряжения R21R22. Напряжение с этого же делителя подано на второй вход компаратора AIN1 в качестве образцового. В цепи синхронизирующего и образцового напряжения имеется фильтр R19R20C27.

Каждые 10 мс при переходе сетевого напряжения через ноль происходит переключение компаратора, что генерирует запрос прерывания основной программы микроконтроллера. Обработка этого запроса сводится к установке высокого логического уровня на выходе PD7 и установке в исходное состояние таймера отсчёта времени. В регистр сравнения таймера загружается число, зависящее от текущих значений входного напряжения стабилизатора, его выходного напряжения и тока, потребляемого нагрузкой. После чего микроконтроллер возвращается к исполнению основной программы.

Регулировка входного напряжения стабилизатора происходит на спадающих четвертях периода синусоиды сетевого напряжения. При совпадении отсчёта времени таймером с предустановленным значением программа устанавливает на выходе PD7 низкий логический уровень, который через резистор R25 поступает на затвор p-канального полевого транзистора VT1.1 и открывает его. Он, в свою очередь, открывает n-канальный полевой транзистор VT1.2, через который отрицательное нестабилизированное напряжение 10...15 В с конденсатора C3 через разъёмы X5, X10 и резистор R72 поступает на управляющий электрод симистора VS1, открывая его.



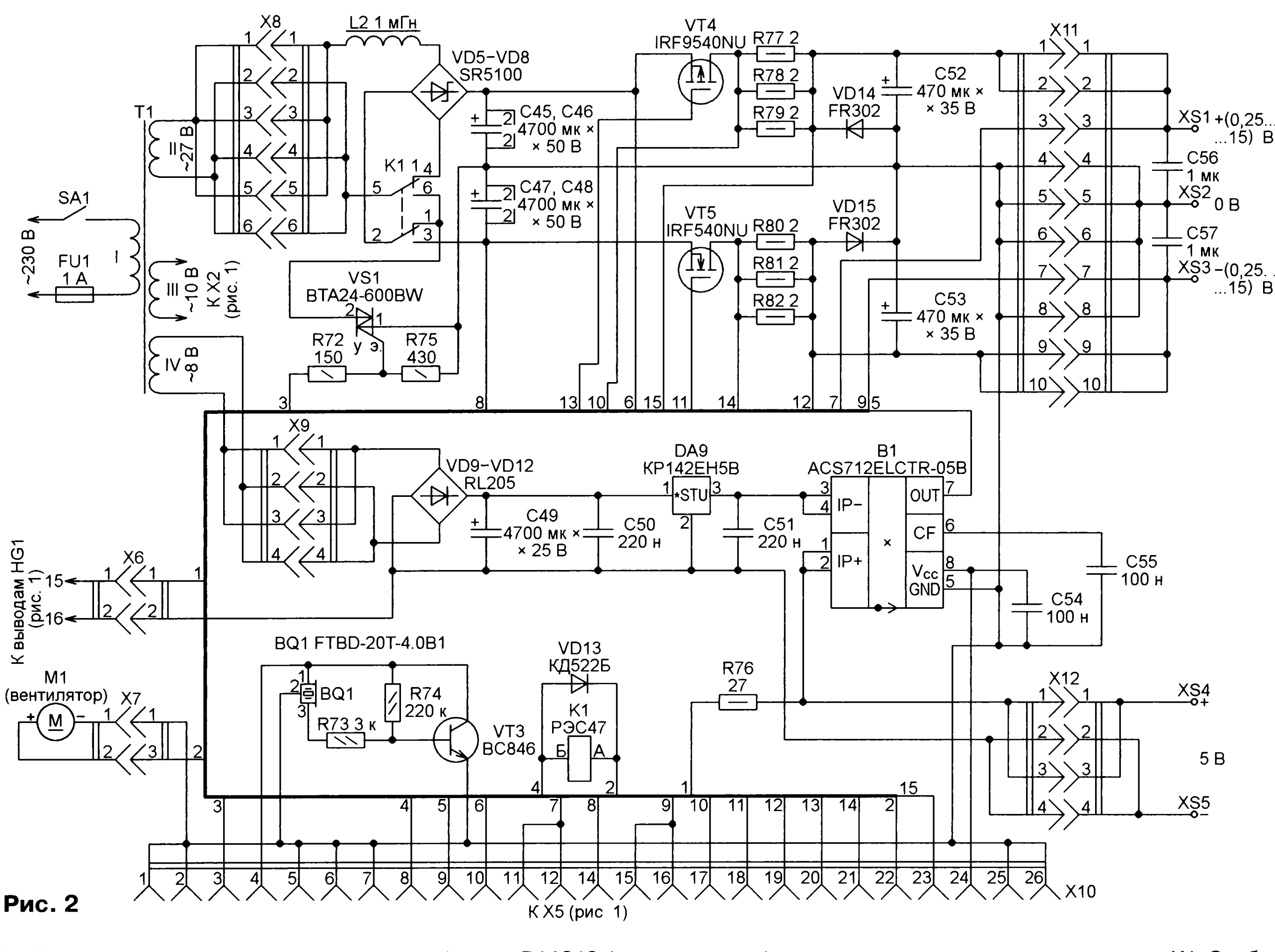


Рис. 2

Открывание симистора вызывает довольно высокие импульсные токи зарядки конденсаторов C45—C48. Это может вызвать провалы в сетевой синусоиде, что чревато ложным переключением компаратора и, соответственно, несвоевременным запросом прерывания. Для исключения этой ситуации предназначен конденсатор C4, который с резистором R9 образует ФНЧ, успешно подавляющий провалы. Вносимый этим фильтром сдвиг фазы весьма незначителен.

Если мощность, рассеиваемая регулирующими транзисторами стабилизатора напряжения регулируемого источника, превышает 5...6 Вт, программа до определённого предела снижает входное напряжение стабилизатора. При этом она вовремя реагирует на любые изменения выходного напряжения и потребляемого тока, чтобы исключить провалы выходного напряжения.

Для измерения напряжений и токов использованы входы ADC0—ADC6 АЦП микроконтроллера. Положительное выходное напряжение измеряют на гнезде XS1. Через делитель R1R7 и фильтр R10C5 оно поступает на вход ADC0. Отрицательное выходное напряжение измеряют на гнезде XS3. Его масштабирует и инвертирует ОУ DA1.1, затем через фильтр R13C11 оно поступает на вход ADC1. Входные напряжения стабилизаторов с конденсаторов C45, C46 и C47, C48 через делитель R4R8 и фильтр R15C6 (положительное) и через масштабирующий инвертор на ОУ DA1.2 и фильтр R14C12 (отрицательное) поступают соответственно на входы ADC2 и ADC3.

Ток нагрузки положительного и отрицательного выходов измеряют с помощью включённых последовательно в их цепи датчиков тока (групп соединённых параллельно резисторов R77—R79 и R80—R82). Падения напряжения на этих группах резисторов пропорциональны току нагрузки соответствующего выхода. Их десятикратно усиливают дифференциальные усилители на ОУ DD8.1 и DD8.2. Сигналы с их выходов через фильтры R16C13 и R17C14 поступают на входы АЦП ADC4 и ADC5.

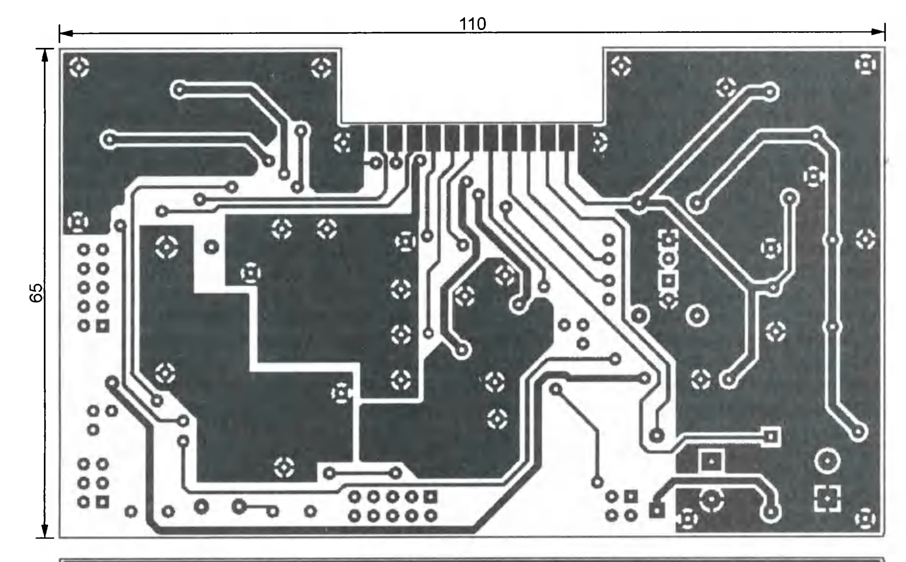
Для измерения тока нагрузки нерегулируемого источника стабилизированного напряжения +5 В применён датчик тока на эффекте Холла B1, способный измерять ток в изолированной цепи. Измерительная цепь датчика B1 включена последовательно с выходом интегрального стабилизатора напряжения DA9. Этот датчик имеет сравнительно небольшой (185 мВ/А) коэффициент преобразования тока в напряжение. Для его увеличения применён усилитель на ОУ DA7.1, одновременно смещающий сигнал датчика в приемлемую для измерения область. Это позволило довести коэффициент преобразования до 1 В/А. С выхода усилителя напряжение, пропорциональное току, через фильтр R18C15 поступает на вход АЦП ADC6.

Переключение режимов работы источника регулируемого напряжения происходит с помощью реле K1. Сработав, оно превращает мостовой выпрямитель на диодах VD5—VD8 в два однополупериодных выпрямителя с выходным напряжением разной полярности. Реле управляет сигнал с выхода PD4 микроконтроллера, усиленный транзистором VT2. Переменное напряжение около 27 В с обмотки II трансформатора T1 поступает на выпрямитель через разъём X8 и дроссель L2.

В режиме 1 якорь реле K1 отпущен, выпрямитель — мостовой и заряжает только конденсаторы C45 и C46. В режиме 2 реле сработало, в результате чего действуют только диоды VD5 и VD7, заряжая при этом и конденсаторы C47 и C48. Напряжение с конденсаторов поступает на истоки регулирующих полевых транзисторов VT4 и VT5.

Для управления выходным напряжением стабилизатора используется ШИМ-сигнал, генерируемый микроконтроллером на выходе PD5. Постоянная составляющая напряжения на этом выходе зависит от скважности импульсов при неизменной частоте их следования (около 10 кГц). Основной дестабилизирующий эту составляющую фактор — изменение амплитуды импульсов. Именно для его исключения микроконтроллер запитан от отдельного интегрального стабилизатора DA2.

Для выделения постоянной составляющей применён пятизвенный RC-фильтр нижних частот. Кроме большого коэффициента сглаживания, этот фильтр



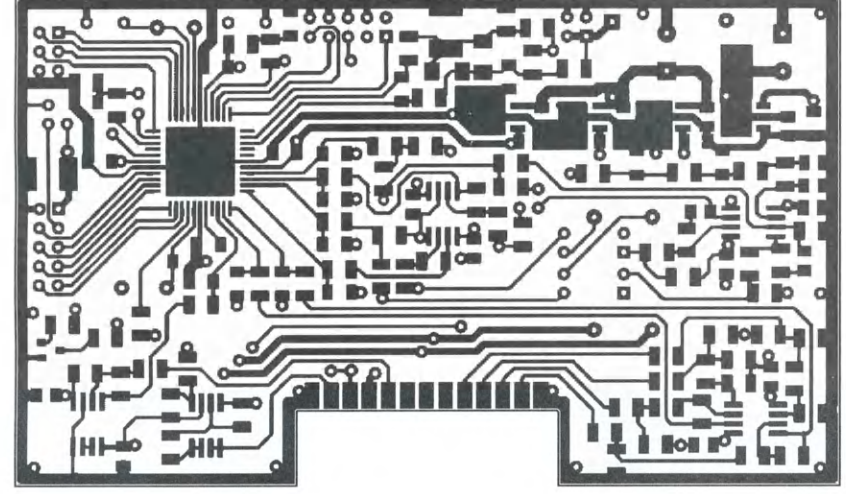


Рис. 3

должен иметь приемлемую инерционность, чтобы обеспечить быстрое, но плавное включение и выключение выходного напряжения стабилизатора. Первое звено фильтра R27R32C39 служит одновременно делителем, уменьшающим амплитуду импульсов в два раза. Через остальные звенья R29C40, R30C37, R33C41, R37C44 образцовое напряжение поступает на неинвертирующий вход ОУ DA6.1 — усилителя сигнала рассогласования стабилизатора положительного напряжения, имеющего очень высокий коэффициент усиления.

На регулирующий транзистор VT4 усиленный сигнал рассогласования поступает через оптрон U1, что позволило снизить рассеиваемую на этом узле мощность. Резистор R44 задаёт начальный ток через светодиод оптрона, чтобы закрыть транзистор VT4. Затвор транзистора VT4 соединён через резистор R46 с источником напряжения −5 В. Это позволяет получать на выходе стабилизатора стабильное напряжение, близкое к нулю. Равенство напряжений на входах ОУ DA6.1 достигается за счёт обратной связи с гнезда XS1 через резистор R36. Для устойчивости усилителя во всём интервале выходного напряжения и тока предназначена цепь R40C43.

ОУ DA6.2 в стабилизаторе отрицательного напряжения работает аналогично. Разница лишь в том, что образцовое напряжения для него — выходное положительное напряжение. Оно поступает через резистор R34, обратная связь организована с гнезда XS3 через резистор R35. Подстроечным резистором R38 можно добиться равенства положительного и отрицательного напряжения, скомпенсировав неравенство сопротивлений резисторов R34 и R35. Выходные напряжения стабилизаторов через разъём X11 выведены на гнёзда XS1—XS3 для подключения внешних нагрузок.

Питается устройство управления от обмотки III трансформатора T1 через разъём X2. Переменное напряжение около 10 В выпрямляют диоды VD1 и VD2. Положительное напряжение с конденсатора C2 через разъёмы X5, X10 и X7 питает вентилятор M1, отрицательное напряжение с конденсатора C3 используется для открывания симистора VS1.

К этим конденсаторам подключены также интегральные стабилизаторы напряжения DA2—DA5. Стабилизатор DA2 питает напряжением +5 В микроконтроллер DD1. Стабилизатор DA3 предназначен для питания ЖКИ HG1. Стабилизаторы DA4 и DA5 образуют двухполярный источник +/−5 В для питания операционных усилителей.

Источник нерегулируемого стабилизированного напряжения +5 В использует обмотку IV трансформатора T1, с которой переменное напряжение через разъём X9 подано на мостовой выпрямитель VD9—VD12, а с его выхода, сглаженное конденсаторами C49 и C50, на вход интегрального стабилизатора напряжения DA9. Выходное напряжение стабилизатора через измерительную цепь датчика B1 и разъём X12 поступает на гнёзда XS4 и XS5. От этого же стабилизатора через резистор R76 и разъём X6 питают светодиодную подсветку ЖКИ.

Для формирования звуковых сигналов используется генератор на транзисторе VT3, частоту колебаний которого задаёт пьезоэлемент BQ1, служащий одновременно излучателем звука. Сигнал включают подачей напряжения высокого логического уровня с выхода PC7 микроконтроллера через резистор R71.

Печатные платы блока изготовлены методом теплового переноса рисунка печатных проводников на фольгу. Чертежи плат изображены на **рис. 3** (узел управления) и **рис. 4** (силовая часть). Расположение элементов на них — соответственно на **рис. 5** и **рис. 6**.

Для печати рисунков печатных проводников использована тонкая мелованная бумага — страницы рекламных журналов. Напечатанные с максимальным расходом тонера на лазерном принтере рисунки сторон платы совмещают и скрепляют иглами по углам листов. Зачищенную и обезжиренную заготовку фольгированного стеклотекстолита, которая должна выходить за границы печатной платы не менее чем на 5 мм, вставляют между листами с рисунками. Этот "сандвич", аккуратно уложенный, например, на толстый журнал, поочерёдно прогревают утюгом с обеих сторон. Здесь важно не переусердствовать, ибо тонер может "поплыть", а некоторые зазоры между проводниками весьма малы.

После остывания бумагу обрезают по контуру платы, затем заготовку опускают в воду для размокания бумаги. Осторожно вручную бумагу "скатывают", а после сушки удаляют её остатки деревянной зубочисткой. Наплывы тонера в зазорах зачищают металлической иглой.

Я уже несколько лет, как отказался от хлорного железа и травлю платы приобретённой в аптеке перекисью водорода с лимонной кислотой, для чего изготовил вертикальную ёмкость. Неизменно получаю хороший результат.

Платы рассчитаны на установку резисторов в основном для поверхностного монтажа типоразмера 1206 с допуском ±5 %. Резисторы R49—R51, R56—R59, R61—R63, R65—R70 должны быть с допуском ±0,1 % или меньше. Поскольку найти резисторы с таким допуском не удалось, но резисторы для поверхностного монтажа с бо́льшим допуском, взятые из одной упаковки, оказались очень

близки по сопротивлению. С помощью мультиметра в режиме омметра подбирают пары резисторов с разницей сопротивления 0,1 % и менее. При такой подборке погрешность мультиметра не имеет большого значения. Необходимо подобрать пары R49R62, R50R63, R51R59, R56R66, R57R65, R58R61, R67R69, R68R70.

Резисторы R46, R47, R72, R75, R76 — ОМЛТ с допуском ±5 %, резисторы R77—R82 — С2-33 с допуском ±1 %. У последних необходимо с обеих сторон обрезать проволочные выводы, обточить торцевые колпачки надфилем и залудить их. Это требуется для того, чтобы для лучшего охлаждения припаять эти резисторы непосредственно к контактным площадкам платы. Подстроечные резисторы R31 и R38 — СП5-16ВГ.

Алюминиевые оксидные конденсаторы C2, C3, C45—C49, C52, C53 с радиальными выводами, а C16—C19 — для поверхностного монтажа типоразмера 0405. Танталовые оксидные конденсаторы для поверхностного монтажа C35 и C38 — типоразмера 7343, такие же конденсаторы C7—C10 типоразмера 3216. Керамические конденсаторы C28, C36, C50, C51, C54, C55 — К10-17; C56, C57 — КМ-6; C4, C23—C27, C31—C34, C42, C43 — типоразмера 0805; C37, C39, C40 — типоразмера 1210; все остальные — типоразмера 1206.

В качестве трансформатора T1 использован без переделок трансформатор 3LP-45475-2 от матричного принтера "Microline". Он имеет три вторичных обмотки: II — 27 В, 1,8 А; III — 8 В, 1 А; IV — 10 В, 0,3 А. В блоке есть ещё два моточных изделия: дроссель L1 — LGB0810, дроссель L2 — ELC15E. Реле K1 — РЭС47 исполнения РФ4.500.407-01 с сопротивлением обмотки 165 Ом. Его можно заменить однотипным реле исполнений РФ4.500.407-03, РФ4.500.407-05 или РФ4.500.407-06. Трёхвыводной пьезоэлемент BQ1 — FTBD-20T-4.0B1 с резонансной частотой 4 кГц. Его эскиз и условные номера выводов показаны на **рис. 7**.

Транзисторы VT4 и VT5 закреплены на общем алюминиевом игольчатом теплоотводе винтами М3 с использованием слюдяных прокладок и изолирующих втулок. Слюдяные прокладки должны быть с обеих сторон покрыты теплопроводной пастой. Теплоотвод имеет размеры 38×38 мм, толщина основания — 4 мм. Высота игл — 20 мм, всего их 90 штук. Небольшая масса теплоотвода позволяет крепить его только к транзисторам, отказавшись от дополнительных точек крепления. Снизу под теплоотводом следует оставить достаточно места для размещения резисторов R77—R82.

Прежде чем монтировать на платы компоненты, необходимо вставить в переходные отверстия (на рис. 5 и рис. 6 они показаны залитыми) отрезки одножильного неизолированного медного провода, диаметр которого выбирают в зависимости от протекающего по цепи тока. Эти отрезки нужно пропаять с обеих сторон. Теперь можно смонтировать все компоненты, кроме резисторов R48 и R64, которые устанавливают позднее. В заключение следует промыть платы от флюса спиртом или бензином, тщательно проверить качество пайки (особенно силовых цепей) и убедиться в отсутствии замыканий, желательно с помощью омметра.

Источник питания собран в стальном корпусе от компьютерного блока питания, в котором имеются сетевой разъём AC-016 и сетевой выключатель MRS-101. Часть вентиляционной решётки на задней стенке корпуса удалена, и на этом месте закреплён винтами М3 вентилятор DL-43. В передней стенке корпуса сделан вырез под ЖКИ HG1. К оставшейся части передней стенки приклёпана фальшпанель из алюминиевой пластины толщиной 1,5 мм. В ней, а кое-где и в оставшейся части стального корпуса, сделаны вентиляционные отверстия, отверстия под выходные гнёзда источника питания и кнопки управления, а также вырез под ЖКИ.

В отверстия для верхней крышки, имеющиеся в нижней части корпуса, заклёпаны резьбовые втулки М3. В нижней же части установлено и закреплено алюминиевое шасси размерами 145×127 мм. Оно служит также теплоотводом для интегрального стабилизатора DA9 и симистора VS1. Их крепят к шасси через промежуточные алюминиевые пластины размерами 18×12 мм и толщиной 5 мм, для которых сделаны вырезы в печатной плате. В обеих пластинах необходимо просверлить по два отверстия, разнесён-

Разряд	Знач.	Разряд	Знач.
CKSEL0	1	BOOTRST	1
CKSEL1	1	BOOTSZ	1
CKSEL2	1	BOOTSZ	1
CKSEL3	1	EESAVE	1
SUT0	1	CKPOT	0
SUT1	1	SPIEN	0
BODEN	0	WDTON	1
BODLEVEL	0	RSTDISBL	1

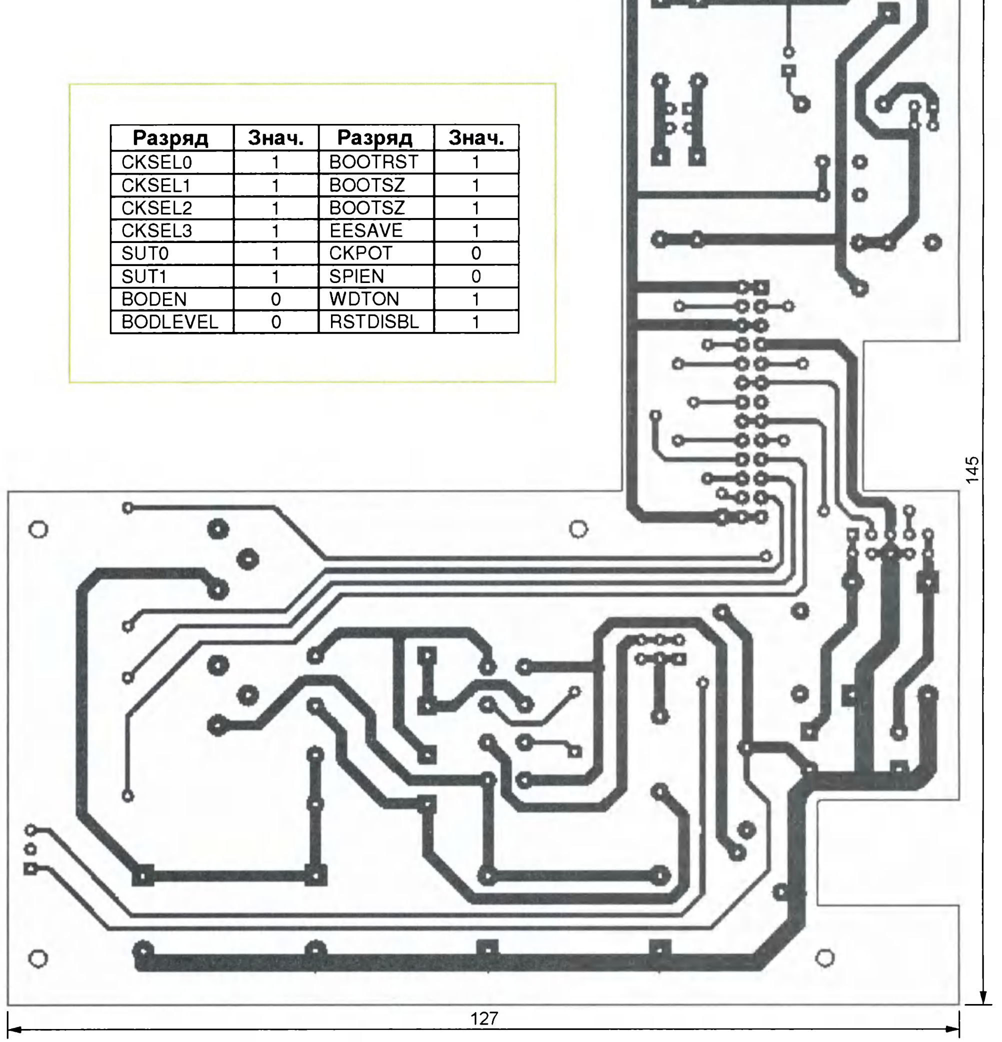


Рис. 4

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

ных на расстояние не менее 10 мм, и нарезать в них резьбу М3. Одно из каждой пары отверстий служит для крепления пластины к шасси. Длина крепящих винтов должна быть меньше толщины пластин, чтобы винты не выступали из них. Предварительно нужно покрыть пластины теплопроводной пастой КПТ. Микросхему и симистор изолируют слюдяными пластинами, покрытыми пастой КПТ с обеих сторон, закрепляют на промежуточных пластинах ввинченными в оставшиеся свободными резьбовые отверстия винтами М3 с изолирующими втулками.

На шасси закреплён трансформатор Т1. Для крепления печатной платы силового узла использованы резьбовые втулки М2,5, заклёпанные в шасси.

В конструкции использованы штыревые части разъёмов серии PLD (двухрядные) и серии PLS (однорядные) с соответствующим числом контактов и их ответные гнездовые части серий BLD и PBD. Гнездовая часть разъёма Х7 входит в состав вентилятора М1.

На платах первые контакты штыревых разъёмов рекомендуется обозначить, просверлив рядом с ними в свободных от печатных проводников местах плат отверстия диаметром 0,5 мм. На гнездовых частях первый контакт обычно имеет заводскую маркировку в виде стрелки.

Монтаж гнездовых частей разъёмов Х11 и Х12 выполнен проводами МГТФ-0,35. Контакты 1—3 гнездовой части разъёма Х11 должны быть соединены с гнездом XS1 тремя отдельными проводами, соединяющимися вместе только на гнезде, причём провод обратной связи, идущий к контакту 3, может быть меньшего сечения. Аналогично соединяют контакты 4—6, 8 с гнездом XS2, контакты 7, 9, 10 — с гнездом XS3, а также контакты 1, 3 и 2, 4 гнездовой части разъёма Х12 — соответственно с гнёздами XS4 и XS5. Конденсаторы С56, С57 припаяны непосредственно к гнёздам XS1—XS3. Жгут проводов между разъёмом Х3 и ЖКИ HG1 должен быть минимальной длины, обеспечивающей соединение без натяга.

Для лучшего охлаждения диодов VD5—VD8 рекомендуется надеть на соединённые между собой, согласно схеме, выводы анодов двух диодов и припаять к ним медную пластину площадью около 5 см^2. Такую же пластину нужно установить на соединённые выводы катодов второй пары диодов.

Установив платы на свои места, подключите все разъёмные соединения. После подачи на первичную обмотку трансформатора Т1 сетевого напряжения должен начать работать вентилятор и появиться подсветка ЖКИ. Проверьте наличие напряжения 5 В между гнёздами XS4 и XS5, можно также проверить напряжение на конденсаторе С49, которое должно быть не менее 10 В. Проверьте напряжения на конденсаторах С2 и С3, они также должны быть не менее 10 В. Напряжения на выходах интегральных стабилизаторов DA2—DA4 должны быть равны +5 В, и на выходе стабилизатора DA5 — -5 В.

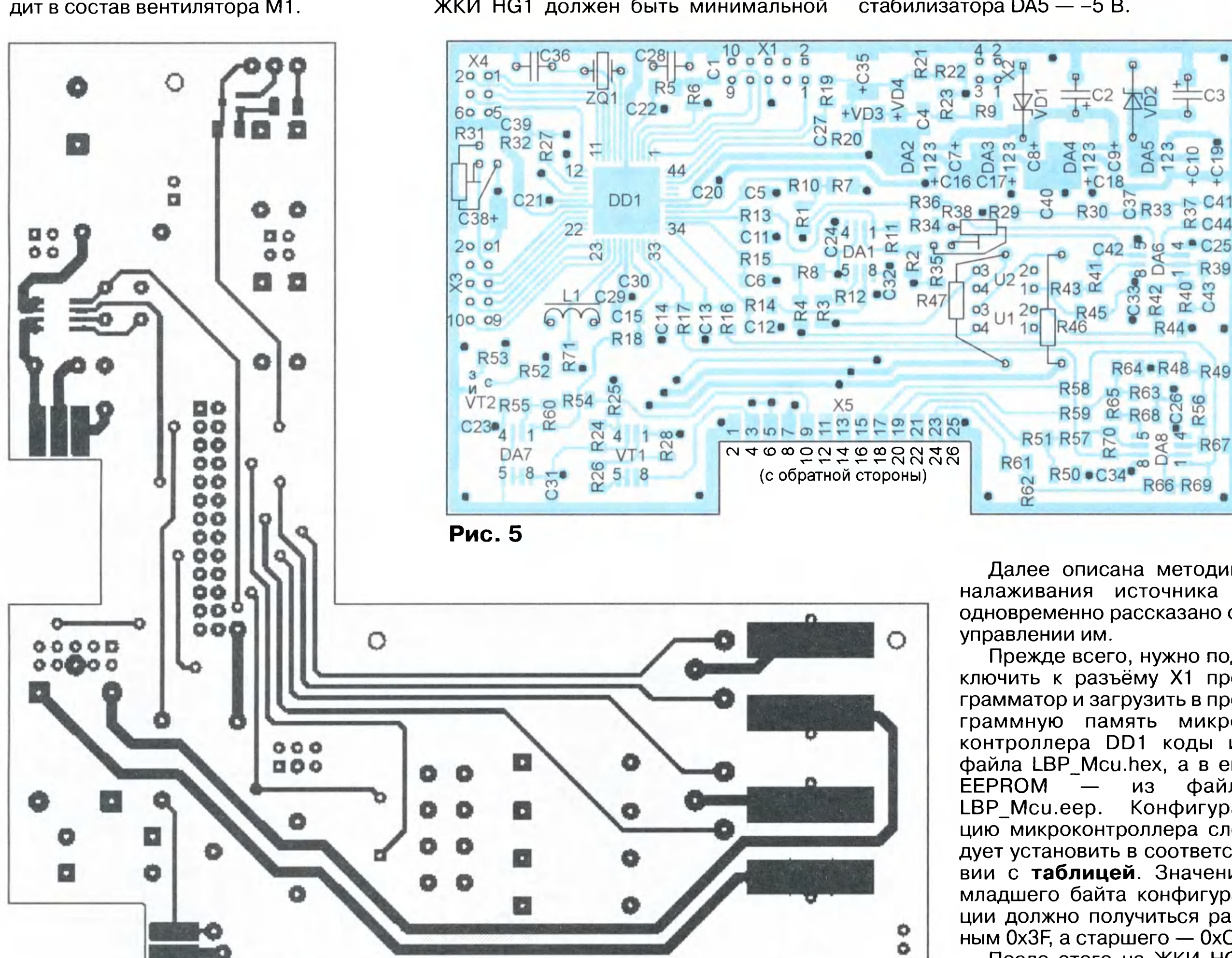


Рис. 5

Далее описана методика налаживания источника и одновременно рассказано об управлении им.

Прежде всего, нужно подключить к разъёму Х1 программатор и загрузить в программную память микроконтроллера DD1 коды из файла LBP_Mcu.hex, а в его EEPROM — из файла LBP_Mcu.eep. Конфигурацию микроконтроллера следует установить в соответствии с **таблицей**. Значение младшего байта конфигурации должно получиться равным 0x3F, а старшего — 0xCF.

После этого на ЖКИ HG1 должна появиться информация о версии программы. Сразу после загрузки программа выполняет автокалибровку блока питания

```
Лаб.ИП v_3.2
Автокалибровка
```

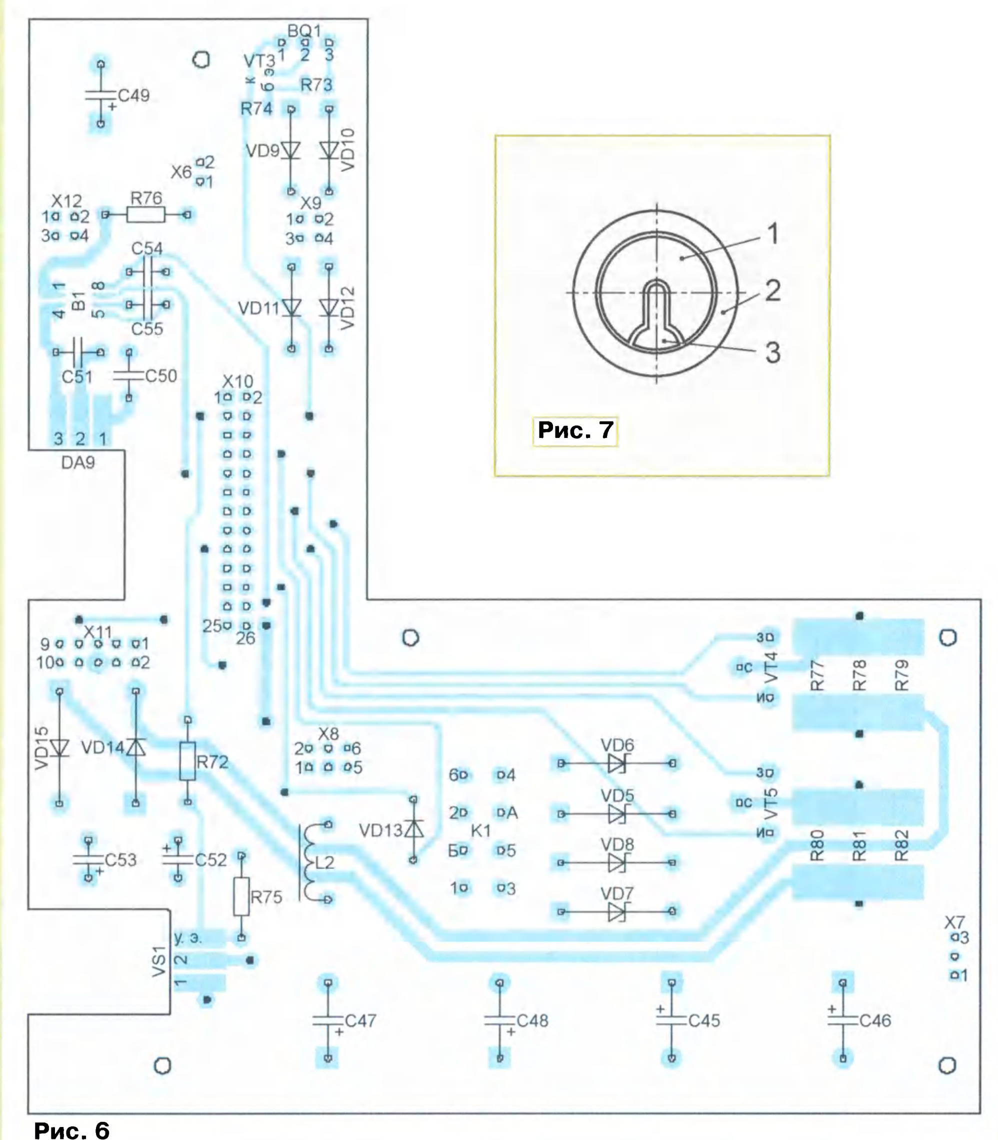


Рис. 7

Рис. 6

Эта процедура необходима для измерения выходных напряжений измерителей тока при отключённой нагрузке с целью их компенсации, повышающей точность измерения. Так как в измерителях тока использованы ОУ общего применения LM2904D с довольно большим смещением нуля, а резисторы неизбежно имеют сопротивление, отличающееся от номинального, в процессе автокалибровки происходят измерение выходных напряжений измерителей тока во всём интервале выходных напряжений блока и расчёт поправочных коэффициентов. Использование такой возможности — одно из множества достоинств, которые даёт применение микроконтроллера.

Процесс автокалибровки может занять довольно много времени. Дело в том, что после включения источника питания электронные компоненты прогреваются, поэтому напряжение на выходе измерителей тока дрейфует. Программа микроконтроллера отслеживает этот дрейф и ждёт его полного прекращения. Только после этого она рассчитывает поправочные коэффициенты, а источник питания переходит в рабочий режим:

```
Лаб.ИП v_3.2
Выход на режим
```

(Окончание следует)

Индикатор процесса зарядки в ЗУ на базе компьютерного БП

С. ГЛИБИН, г. Москва

Индикатор позволяет отслеживать все стадии зарядки автомобильной аккумуляторной батареи. Информация отображается четырьмя светодиодами различного цвета свечения.

В статьях **В. Андрюшкевича** [1] и [2] достаточно просто и понятно была изложена методика переделки компьютерных блоков питания (БП) в зарядное устройство (ЗУ). Но индикатор процесса зарядки, на мой взгляд, имеет некоторые недостатки. В предлагаемом индикаторе, схема которого основана на объединении соответствующих узлов из [1] и [2] и приведена на **рис. 1**, они устранены. Узел индикации достижения максимального напряжения зарядки выполнен на ОУ DA1.2. За счёт большого коэффициента усиления он работает практически как компаратор. Пороговое напряжение включения — 14,7 В, его устанавливают подстроечным резистором R4. Образцовое напряжение +5 В взято непосредственно с вывода 14 (U_{REF}) микросхемы TL494CN БП. По достижении на выходных клеммах ЗУ максимального напряжения включается светодиод HL1 (зелёного цвета) и светит до выключения ЗУ, сигнализируя о том, что напряжение зарядки достигло максимального значения, и идёт процесс снижения зарядного тока.

Схема узлов на ОУ DA1.1 и компараторе DA2 аналогична приведённой на рис. 2 в [2]. Там же приведена методика их налаживания. Номиналы резисторов R38, R39 [2] уменьшены для снижения наводок от преобразователей напряжений БП, а питание на индикатор подано непосредственно с выхода ЗУ. Это обеспечивает автоматическое гашение всех светодиодов HL1—HL4 при наличии КЗ на выходе.

В начале процесса зарядки при номинальном токе, который у меня установлен равным 6 А, горит светодиод HL2 красного цвета свечения. При достижении максимального напряжения зарядки загорается светодиод HL1. При снижении тока зарядки до 3...4 А (устанавливают подстроечным резистором R3) гаснет светодиод HL2 и включается HL3 жёлтого цвета свечения. Когда ток зарядки станет менее 0,5...1 А (устанавливают подстроечным резистором R10), HL3 погаснет и включится мигающий све-

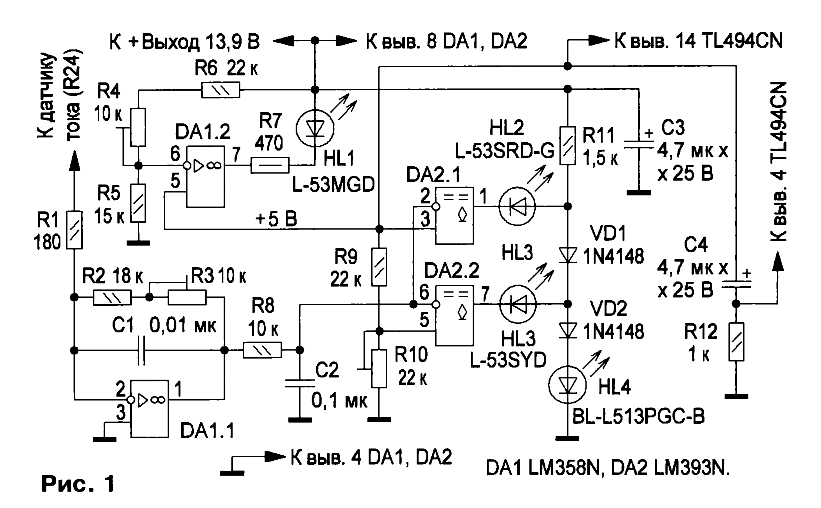


Рис. 1

Рис. 2

К выв. 4 TL494CN
К выв. 14 TL494CN
К +Выход 13,9 В
К датчику тока (R24)

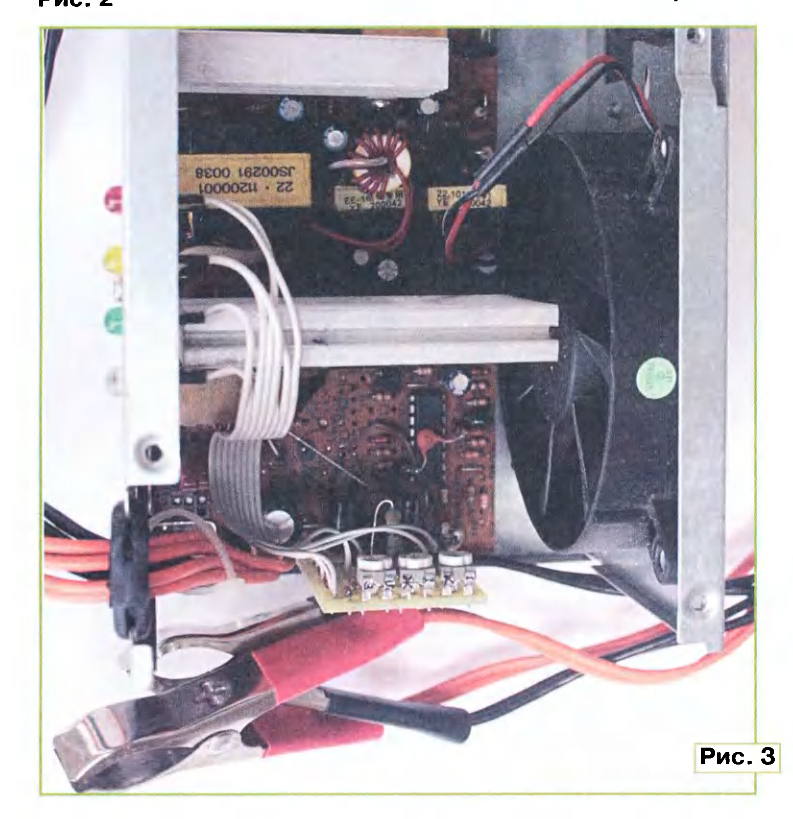


Рис. 3

тодиод HL4 зелёного цвета свечения, свидетельствующий об окончании зарядки. Такой алгоритм индикации даёт визуальный контроль всех её стадий.

Само ЗУ было собрано на базе устаревшего, но когда-то довольно распространённого компьютерного БП модели PM-230W [3] фирмы KME. Конструкция печатной платы индикатора адаптирована под этот и подобные БП. Однако ничто не мешает устанавливать её на другие БП. Просто подключение индикатора к БП придётся выполнить пятью дополнительными отрезками гибких проводов в изоляции. На печатной плате индикатора эти связи разведены для крепления пайкой на штатный девятиконтактный угловой соединитель, установленный на основной плате БП указанной модели. До доработки на нём крепился модуль блока запуска по сигналу "Power On" [3].

Все элементы, кроме светодиодов HL1—HL4, размещены на печатной плате, чертёж которой и расположение на ней элементов показаны на **рис. 2**. Светодиоды закреплены в отверстиях на передней стенке корпуса ЗУ. При переделке БП, конечно, все его лишние элементы демонтируют. Микросхемы LM358N и LM393N часто применяются в узле запуска. После демонтажа их можно применить в индикаторе.

Применены постоянные резисторы С2-23, МЛТ, подстроечные — из серий SH-625MC, PV-32, CA9H2.5, 3362S. Если переделке подлежит БП серии PM-230, плату узла запуска выпаивают из девятиконтактного штыревого соединителя, а на её место в освободившиеся штыри устанавливают плату индикатора и пропаивают контактные площадки. Контактные площадки под выводы 7 и 8, 9 на плате БП соединяют короткими проводами соответственно с датчиком тока (R24 на рис. 1 в [1]) и линией +13,9 В. Если цепь плавного (медленного) пуска установлена на основной плате, как, например, R5C11 в [1], то элементы индикатора R12 и C4 не устанавливают. ЗУ со снятой крышкой и встроенным индикатором показано на **рис. 3**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андрюшкевич В.** Переделка компьютерного блока питания в лабораторный и зарядное устройство. — Радио, 2012, № 3, с. 22—24.

2. **Андрюшкевич В.** Переделка компьютерного блока питания в зарядное устройство. — Радио, 2013, № 9, с. 26, 27.

3. PM-230W. — URL: **http://electro-tech.narod.ru/schematics/power/comp/atx/kme_pm-230.gif** (1.08.2016).

От редакции. *Чертежи печатной платы в формате Sprint LayOut 5.0 и схема зарядного устройства на базе БП PM-230W в формате GIF имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/zar.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Вариант стабилизатора напряжения переменного тока

Е. АКСЁНОВ, г. Киев, Украина

Вышел из строя стабилизатор переменного напряжения Mustek Power Mate 625. В процессе поиска причины неисправности оказалось, что схема прибора во многом аналогична схеме электронно-релейного регулятора, описанного **Г. Гаджиевым** в [1]. После ознакомления с другими публикациями в журнале "Радио" было решено не ремонтировать отказавший прибор, в котором для коммутации обмоток автотрансформатора применены электромагнитные реле, а попытаться изготовить стабилизатор на основе электронных коммутаторов [2—5]. За основу было взято устройство, описанное в [5].

Из-за отсутствия силового автотрансформатора с таким числом отводов, как у применённого автором в этом устройстве (у имеющегося у меня выводов намного меньше), схему пришлось немного изменить (**рис. 1**). Взамен шифратора на элементах микросхемы К561ЛП2 применён импортный шифратор CD4532B [6] в паре с дешифратором этой же серии CD4028B (аналог К561ИД1). От дополнительной стабилизации образцового напряжения с помощью параметрического стабилизатора (в прототипе — R4VD3) отказался — интегральный стабилизатор напряжения DA1 (из серии 7812) поддерживает на выходе напряжение во вполне приемлемых пределах. Для более полного использования изменения амплитуды U_x (без потерь на масштабирование) применён стабилитрон VD1. Добавлено пороговое устройство на стабилитроне VD2 и транзисторах VT1, VT2, отключающее стабилизатор от сети при превышении допустимого значения напряжения. Для упрощения налаживания делители на входах компараторов, составленные из требующих подбора постоянных резисторов, заменены многооборотными подстроечными резисторами R7—R10. Симисторные ключи дополнены так называемыми снабберами (шунтирующими симисторы последовательными RC-цепями), предотвращающими ошибочные включения симисторов, которые могут произойти от сетевых помех. В остальном схема не отличается от описанной в [5].

Применённый мною понижающий трансформатор T2 имеет сетевую обмотку с двумя отводами и две вторичные (на 44 и 48 В) с отводами от середины. В стабилизаторе оставлены четыре канала управления (для города этого вполне достаточно). До окончательной сборки были сняты характеристики автотрансформатора при нагрузке мощностью 500 Вт в вариантах коммутации сети или нагрузки. Понижающие обмотки соединялись согласно с сетевой по схеме автотрансформатора. В первом варианте стабилизатора коммутировалась нагрузка без применения демпфирующих цепей. Стабилизатор работал, но сбоил (работа этого варианта со снабберными цепями не проверялась). В рабочем варианте выбрана коммутация обмоток с постоянным подключением нагрузки. В связи с её индуктивным характером в каждом канале применена демпфирующая цепь (R27C7—R30C10).

В соответствии с техническими характеристиками микросхемы CD4028B максимальный выходной ток одного канала — 10 мА, в связи с чем применены оптосимисторы MOC3063 с током включения не более 5 мА.

Для питания устройства и получения управляющего напряжения U_x использован отдельный трансформатор T1 с встроенным термопредохранителем RH01-83 (250 В, 2 А, 83 °С), обозначенным на схеме как FU2. FU1 — плавкая вставка в цепи первичной обмотки этого трансформатора, FU3 — восстанавливающийся предохранитель вышедшего из строя стабилизатора.

Типы стабилитронов VD1 и VD2 зависят от параметров трансформатора T1 (в первую очередь, от его коэффициента трансформации). При максимальном "рабочем" напряжении сети (в данном случае 250 В) напряжение на подстроечном резисторе R11 относительно общего провода должно быть около 12 В (напряжение питания микросхем), а при минимальном — стабилитрон VD1 не должен выходить из режима стабилизации. В авторском устройстве при сетевом напряжении 250 В напряжение на выходе выпрямителя VD3 поднимается до 32 В, а при 170 В опускается до 24 В, поэтому в качестве VD1 применён стабилитрон КС520В (напряжение стабилизации — 19...21 В). Для срабатывания защиты при напряжении в сети 260 В выбран стабилитрон КС210Ж (напряжение стабилизации — 9...11 В).

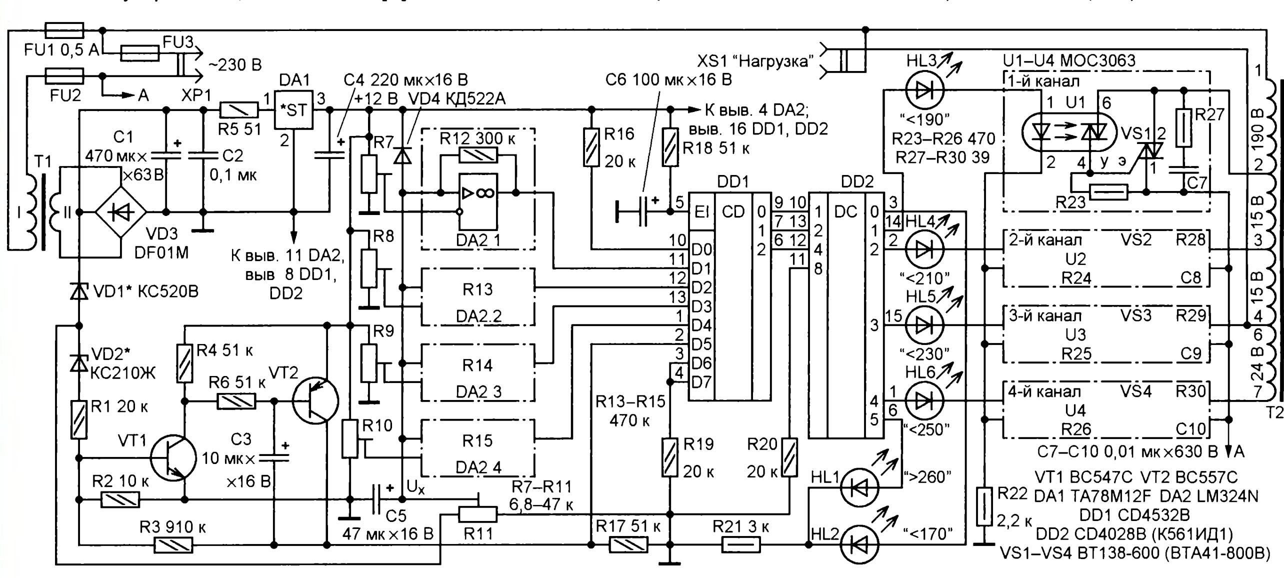


Рис. 1

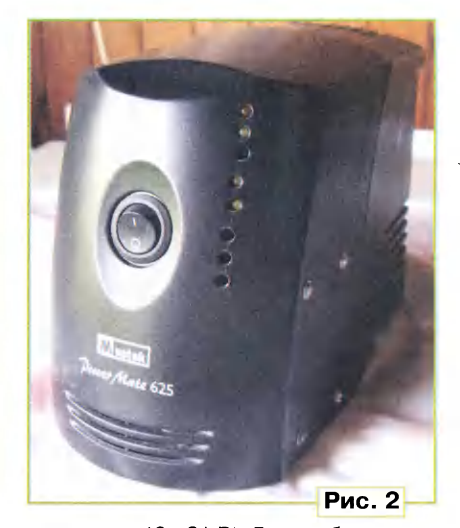


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

РАДИО®

Детали устройства смонтированы на трёх печатных платах из фольгированного стеклотекстолита. Постоянные резисторы — любые малогабаритные, подстроечные — многооборотные проволочные (например, СП5-2), конденсатор C2 — КМ, C7—C10 — К73-17, остальные — оксидные импортные. Транзистор BC547C заменим любым из серии КТ3102, а BC557C — из серии КТ3107. Для коммутации обмоток трансформатора T2 желательно применить симисторы серии BTA41, так как все их выводы изолированы от крепёжного фланца, и это позволяет установить их без изоляции на общий теплоотвод, который необходим при мощности нагрузки более 300...500 Вт. Вместе с трансформаторами T1, T2 платы размещены в корпусе вышедшего из строя стабилизатора Mustek Power Mate 625 (**рис. 2**).

Собранный стабилизатор поддерживает на питаемой нагрузке напряжение в пределах допускаемого отклонения от номинального значения (±10 %) при изменении напряжения сети от 180 до 250 В. Примерное значение сетевого напряжения индицирует один из светодиодов HL3—HL6. При отклонении напряжения за указанные пределы нагрузка отключается, а на передней панели устройства светится один из светодиодов HL1, HL2, показывая, в какую сторону изменилось напряжение (соответственно велико оно или мало).

Если трансформатор позволяет, число каналов управления можно увеличить (увеличив соответственно число компараторов и симисторных ячеек). Работа и настройка устройства в основном не отличаются от описанных в статье [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гаджиев Г.** Электронно-релейный регулятор напряжения. — Радио, 2009, № 10, с. 23.
2. **Годин А.** Стабилизатор переменного напряжения. — Радио, 2005, № 8, с. 33—36.
3. **Озолин М.** Усовершенствованный блок управления стабилизатора переменного напряжения. — Радио, 2006, № 7, с. 34, 35.
4. **Гаджиев Г.** Оптосимисторный коммутатор мощной нагрузки. — Радио, 2010, № 10, с. 33.
5. **Гаджиев Г.** Стабилизатор напряжения переменного тока. — Радио, 2013, № 2, с. 20, 21.
6. CMOS 8-Bit Priority Encoder. — URL: **http://www.ti.com/product/CD4532B/technicaldocuments** (24.07.2016).

Подключение большого числа кнопок к одному входу микроконтроллера

С. ИВАНОВ, г. Москва

Идея предлагаемого решения была изложена в [1]. Суть его — в подключении максимального числа контактных датчиков (герконов, кнопок) к микроконтроллеру с использованием минимального числа его выводов. Реализована эта идея с помощью универсального таймера КР1441ВИ1. Времязадающая RC-цепь таймера составлена из конденсатора и набора резисторов, соединённых последовательно с каждой кнопкой. Определённой замкнутой кнопке соответствует своя частота следования генерируемых таймером импульсов, которую и измеряет микроконтроллер [2].

Оригинальный вариант имеет два существенных недостатка. Один из них — использование двух входов микроконтроллера. На один из них поданы генерируемые импульсы. Второй служит для определения факта замыкания кнопки, хотя это легко может быть сделано программно, за счёт чего этот вход микроконтроллера можно использовать для других целей. Другой недостаток — измерение частоты, а не периода повторения импульсов. Вследствие этого для получения линейной зависимости частоты от номера кнопки использовано большое число времязадающих резисторов разных номиналов.

Рис. 1

Предлагаемое техническое решение, схема которого показана на **рис. 1**, свободно от этих недостатков. Таймер КР1441ВИ1 структуры КМОП (аналог LMC555) работает в автоколебательном режиме со скважностью импульсов 2 [3]. В этом режиме период повторения импульсов равен

$$T = 2 \cdot \ln 2 \cdot C \cdot R,$$

где C и R — соответственно ёмкость и сопротивление элементов времязадающей цепи. При C = C1 и R = R1·N, состоящем из N (по числу кнопок) одинаковых резисторов сопротивлением R1, соединённых последовательно, период T равен:

$$T \approx 1{,}39 \cdot C1 \cdot R1 \cdot N.$$

Он получается пропорциональным числу резисторов между конденсатором C1 и первой замкнутой кнопкой SB1—SB32 и легко может быть измерен микроконтроллером. Как и в первоисточнике, при одновременном замыкании нескольких кнопок та, что имеет меньший номер, обладает приоритетом.

Резистор R38 необходим для поддержания генерации импульсов, когда все кнопки разомкнуты. Подстроечным резистором R35 устанавливают нужное для правильного определения номера нажатой кнопки соотношение периода колебаний таймера и длительности измерительного интервала, формируемого микроконтроллером.

Демонстрационная программа микроконтроллера по прерыванию IRQ0 измеряет длительность периода T, переводит его в номер кнопки и выводит на ЖКИ MT-16S2S [4]. Связь микроконтроллера с ЖКИ организована по трёхпроводному последовательному интерфейсу. Вводом и выводом информации заняты всего четыре вывода микроконтроллера, остальные могут быть применены для других целей.

Для измерения периода использован восьмиразрядный таймер-счётчик 0 микроконтроллера. По нарастающему перепаду уровня на входе запроса прерывания IRQ0 программа считывает длительность измеренного периода и обнуляет счётный регистр. Для повышения точности измерения обнуляется

и предделитель счётчика. Поскольку предделитель всех таймеров-счётчиков в микроконтроллерах серии ATtiny общий, это может влиять на длительность временных интервалов, формируемых таймером-счётчиком 1 в случае его использования с предделителем, отличным от единицы. При разомкнутых контактах всех кнопок происходит переполнение счётчика, измеряющего период. По соответствующему прерыванию и определяется разомкнутое состояние.

Максимальное число распознаваемых кнопок зависит от нестабильности интервалов времени, формируемых таймером и микроконтроллером. При тактировании микроконтроллера от внутреннего RC-генератора и применении во времязадающей RC-цепи таймера плёночного конденсатора с малым ТКЕ, резисторов с малым ТКС и отклонением от номинала не более 1 % число кнопок может достигать 12—16. При более точной подборке резисторов удалось распознавать 32 кнопки. Ещё больше увеличить их число может позволить стабилизация частоты тактового генератора микроконтроллера кварцевым резонатором.

В макете устройства применены импортный плёночный конденсатор C1 (аналог К73-17) и резисторы R1—R32 для поверхностного монтажа CR1206-FX-5621ELF сопротивлением 5,62 кОм ±1 %. Из 50 резисторов с одной ленты отобраны 32 штуки с разницей максимального и минимального сопротивления не более 20 Ом. Для уменьшения влияния на период колебаний зависимости выходного напряжения таймера DA1 от числа подключённых резисторов R1—R32 резисторы с меньшим сопротивлением имеют меньшие позиционные номера, а выходы таймера 3 и 7 соединены вместе.

Подстроечный резистор R35 должен быть многооборотным, например, СП5-3 или подобным. Подстройку выполняют следующим образом. Замыкают кнопку с позиционным номером на единицу меньше максимального (в данном случае SB31) и находят два положения движка подстроечного резистора R35, соответствующих изменению показаний ЖКИ с 31 на 32 и с 31 на 30. Устанавливают движок в среднее между найденными положение.

Проверка устройства и отладка программы микроконтроллера выполнена на макете, изображённом на **рис. 2**. Байты конфигурации микроконтроллера были запрограммированы следующим образом: младший — 0xBF, старший — 0xD4, дополнительный — 0xFF. Поскольку нужного числа кнопок для макета не нашлось, пришлось вместо них использовать переключатель ПП7-4ЛВ. Резисторы для поверхностного монтажа напаяны непосредственно на платы переключателя. При подобранных резисторах в комнатных условиях номера замкнутых контактов переключателя определялись правильно, хотя микроконтроллер работал от внутреннего RC-генератора.

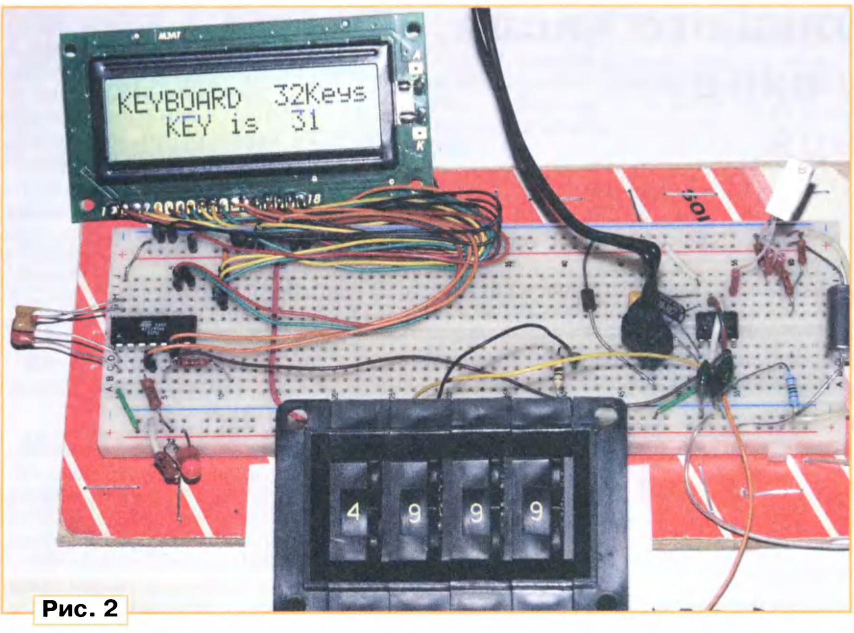


Рис. 2

ЛИТЕРАТУРА

1. 2-Wire Keypad Interface Using a 555 Timer. — URL: **http://www.radiolocman.com/shem/schematics.html?di=88598** (12.07.16).

2. **Евстифеев А.** В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny — М.: "ДОДЭКА-XXI", 2007.

3. LMC555 CMOS Timer. — URL: **http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/9100/NSC/LMC555CN.html** (12.07.16).

4. MT-16S2S. Жидкокристаллический индикатор буквенно-цифровой 2 строки по 16 символов. — URL: **http://www.melt.com.ru/docs/MT-16S2S.pdf** (12.07.16).

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/key-tx.zip** на нашем FTP-сервере.*

Контроллер шагового двигателя

Н. КАМЕНЕВ, г. Москва

В радиолюбительской литературе было опубликовано много описаний устройств управления шаговыми двигателями, я решил предложить ещё одно, имеющее ряд отличий и достоинств. Предлагаемый контроллер биполярного шагового двигателя построен из небольшого числа легкодоступных дешёвых деталей, имеет маленький потребляемый ток и может быть адаптирован для применения в различных устройствах.

Применение двухполярного питания выходных электронных ключей дало возможность вдвое уменьшить их число и получить режим остановки двигателя, в котором через его обмотки не течёт ток. Управляющая программа обеспечивает фиксированную длительность рабочих импульсов при любой частоте шагов, что избавило ключевые транзисторы от излишнего нагрева. Использование для управления ключами оптронов даёт развязку по питанию, возможность независимого питания узла управления и ключей, коммутирующих обмотки двигателя.

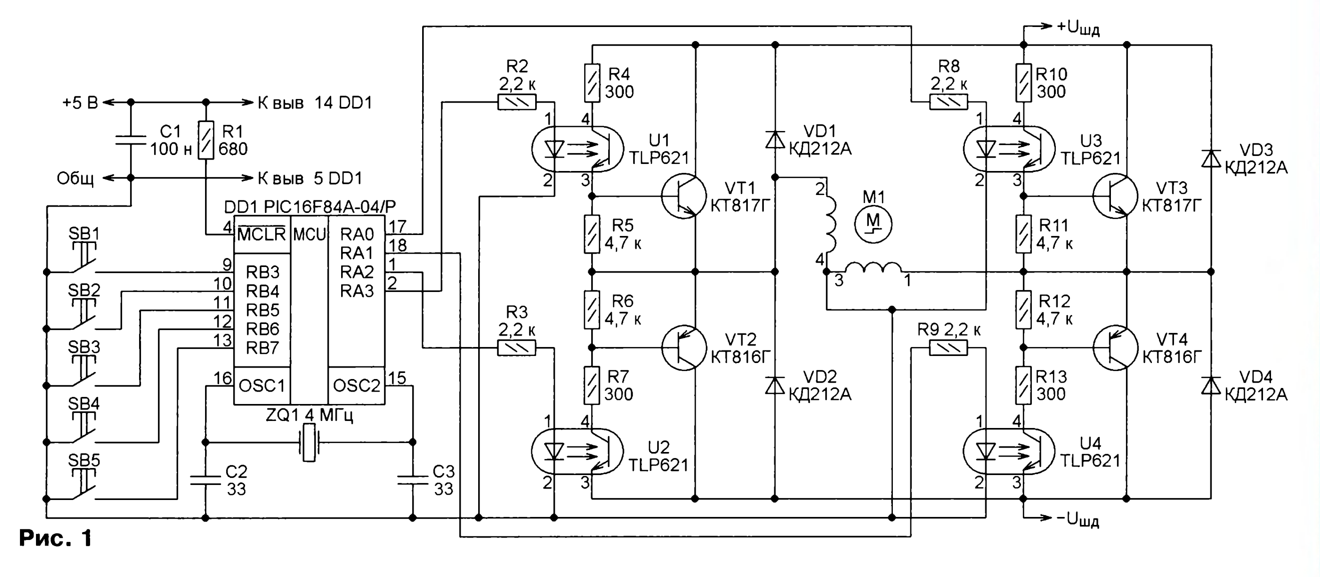


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38

76

53

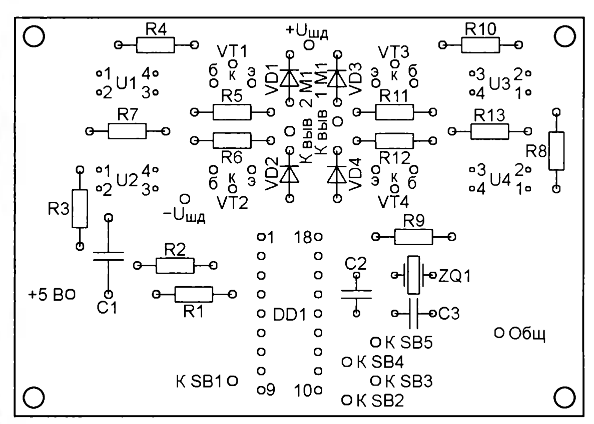


Рис. 2

Схема контроллера изображена на **рис. 1**. Узел управления построен на микроконтроллере DD1 (PIC16F84A-04/P). Назначение кнопок управления следующее: SB1 — вращение по часовой стрелке; SB2 — вращение против часовой стрелки; SB3 — увеличение частоты шагов; SB4 — уменьшение частоты шагов; SB5 — стоп. Значения напряжения питания шагового двигателя $+U_{шд}$ и $-U_{шд}$ зависят от его типа, но не должны по абсолютному значению превышать 27 В — половины допустимого для фототранзисторов применённых оптронов напряжения коллектор—эмиттер.

Чертёж печатной платы устройства и размещение деталей на ней показаны на **рис. 2**. Для микроконтроллера на плате устанавливают панель, в которую его вставляют уже запрограммированным.

Исходный текст программы микроконтроллера содержит все необходимые комментарии, и при необходимости её можно изменять, например, ввести полушаговый режим управления двигателем или, используя свободные порты микроконтроллера, добавить конечные выключатели для ограничения сектора вращения, или задавать нужное число шагов. Стоит отметить, что необходимая очерёдность открывания транзисторов VT1—VT4 реализована в программе с учётом трассировки печатной платы.

Правильно собранное устройство не требует налаживания. В нём в качестве VT1—VT4 можно использовать любые комплементарные пары транзисторов средней мощности, например, серий КТ814 и КТ815, КТ816 и КТ817, КТ972 и КТ973 или аналогичные импортные. Подходящие транзисторные оптроны можно найти в любом импульсном блоке питания, где их широко используют.

От редакции. *Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/shag.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Лампа-автомат для дежурного освещения

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор предлагает варианты светодиодной лампы с встроенным датчиком движения, автоматически включающейся при появлении в помещении человека. Подобная лампа может оказаться весьма полезной с точки зрения экономии электроэнергии.

В некоторых подсобных помещениях для экономии электроэнергии устанавливают осветительные приборы, включающиеся при появлении в них человека [1]. Чаще всего в этом случае применяют отдельный автомат, снабжённый датчиком движения или присутствия, который и включает освещение. Но установка автомата может потребовать изменений в сетевой проводке, что не всегда возможно или удобно. Но если осветительная лампа одна, датчик движения можно установить внутри неё. Такую лампу можно просто ввернуть в патрон, и она будет включаться автоматически.

За основу лампы была взята конструкция, описание которой приведено в статье автора [2]. Лампа-автомат состоит из двух основных узлов: модуля блока питания и осветительного модуля. Соединяются они с помощью разъёма. Схема осветительного модуля показана на **рис. 1**. Он собран на основе ИК-датчика движения SEN0018 фирмы DFRobot (B1). При движении человека в зоне действия датчика на выходе последнего (вывод 1) появляется напряжение высокого логического уровня (4...5 В), которое открывает полевой транзистор VT1.

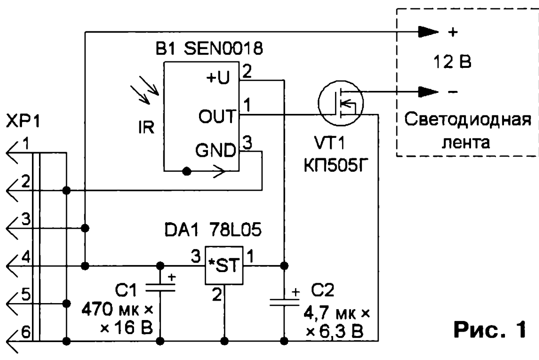


Рис. 1

В результате питающее напряжение поступает на источник света — светодиодную ленту с номинальным напряжением 12 В. Временной интервал, на который включаются светодиоды, можно установить специальным регулятором (подстроечным резистором) на плате ИК-датчика. Напряжение питания датчика стабилизировано интегральным стабилизатором напряжения 5 В на микросхеме DA1. Конденсатор C1 дополнительно сглаживает пульсации выходного напряжения модуля питания.

Осветительный модуль — сменный, чертёж его печатной платы показан на **рис. 2**. К модулю питания его подключают с помощью вилки XP1. К одной (узкой) стороне этой платы приклеивают ИК-датчик, выводы которого соединяют с контактами на плате отрезками изолированного и неизолированного проводов. На противоположной стороне платы припаяна вилка XP1, которую за-

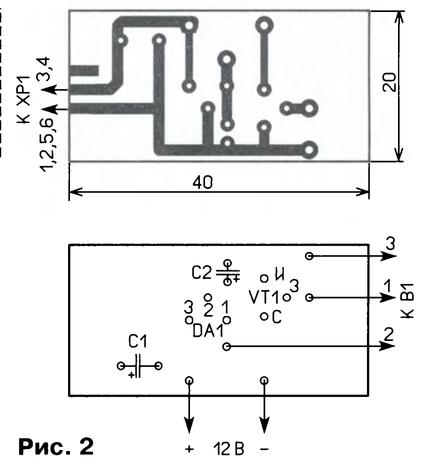


Рис. 2

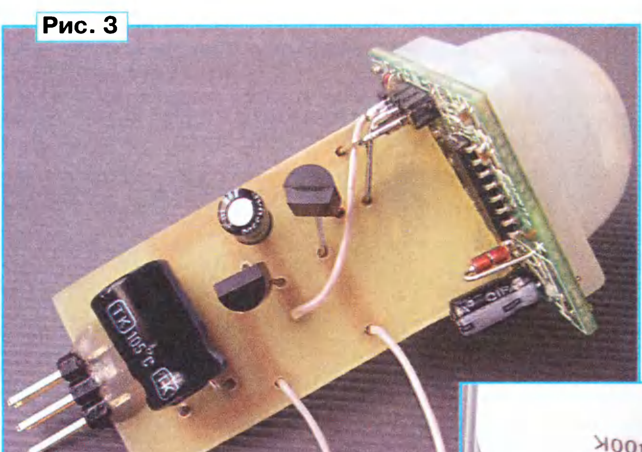


Рис. 3

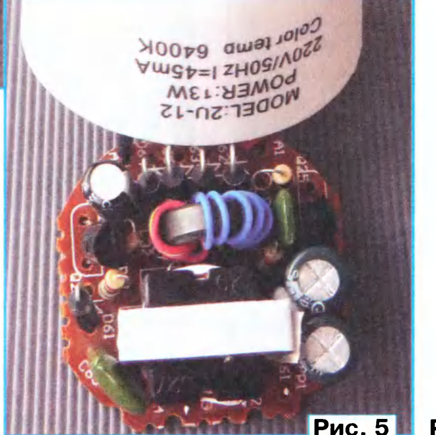


Рис. 5

тем также дополнительно закрепляют клеем (**рис. 3**). Работоспособность осветительного модуля проверяют, подавая питающее напряжение 12 В от лабораторного блока питания. Светодиодную ленту (в авторском варианте — 18 светодиодов) обматывают вокруг платы (**рис. 4**) и предварительно прикрепляют к ней термоклеем, а затем силиконовым герметиком.

Рис. 4

В устройстве [2] применён блок питания с балластным конденсатором и параллельным стабилизатором, потребляемый им от сети ток практически не зависит от того, светит лампа или нет. Для описанных в указанной статье устройств такое решение вполне оправдано, а вот для предлагаемой лампы-автомата оно не подойдёт, поскольку теряется сама идея экономии электроэнергии — когда лампа выключена, устройство потребляет приблизительно такой же ток, что и при включённой. Поэтому, чтобы повысить экономичность устройства, блок питания с балластным конденсатором был заменён импульсным — доработанным исправным электронным балластом от КЛЛ. Донорской стала КЛЛ мощностью 13 Вт модели 2U-12 (**рис. 5**).

Рис. 6

Схема модуля блока питания показана на **рис. 6**. Вновь вводимые элементы выделены красным цветом, нумерация элементов и фрагмент схемы электронного балласта показаны условно. Доработка сводится к установке вместо конденсатора C2, балластного дросселя L1 (он будет использован для изготовления одного из трансформаторов) и собственно лампы EL1 двух последовательно включённых трансформаторов T2 и T3. Напряжение вторичных обмоток трансформаторов выпрямляет диодный мост VD3—VD6, пульсации сглаживает конденсатор C3.

Подобная доработка электронного балласта КЛЛ для получения из него импульсного блока питания неоднократно описана на страницах разных журналов и в Интернете. В большинстве случаев разделительный понижающий трансформатор рекомендуется изготовить на основе балластного дросселя от используемого электронного балласта. Так было сделано и в этом случае, но оказалось, что с одним трансформатором наблюдается заметный нагрев элементов блока питания даже без нагрузки, что свидетельствует о его невысокой экономичности. Поэтому и были применены два последовательно соединённых трансформатора. В результате нагрев элементов блока питания практически незаметен. В дежурном режиме ток, потребляемый от сети, — 4 мА, при включении светодиодов он увеличивается до 60 мА (зависит от мощности применённой светодиодной ленты).

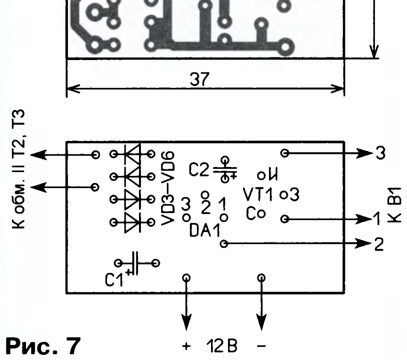


Рис. 7

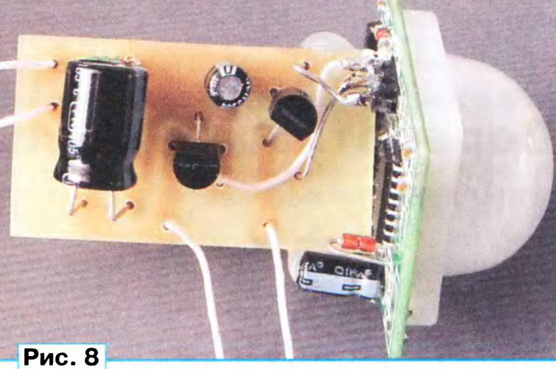


Рис. 8

Первый трансформатор изготовлен из удалённого балластного дросселя, индуктивность которого — 4 мГн. Его обмотка будет теперь первичной, и она не должна занимать весь объём окна, поскольку там необходимо разместить ещё и вторичную. Число её витков подбирают экспериментально (в авторском варианте их 33). Провод диаметром 0,2 мм (по меди) должен быть в надёжной изоляции.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Чтобы упростить намотку вторичной обмотки, балластный дроссель можно разобрать. Сделать это в большинстве случаев нетрудно, поскольку обычно две Ш-образные части ферритового магнитопровода скреплены одним-двумя слоями липкой ленты. Но дроссель следует предварительно выпаять из платы. После намотки вторичной обмотки трансформатор собирают и временно с помощью проводов припаивают к контактам платы. Поскольку напряжение на вторичных обмотках трансформаторов импульсное, его измерение с помощью распространённых дешёвых цифровых мультиметров может дать большую погрешность. Надёжнее проводить измерение вольтметром постоянного тока на выходе выпрямителя со сглаживающим фильтром и нагрузкой. Поэтому к вторичной обмотке подключают выпрямитель (VD3—VD6) с конденсатором C3, а к его выходу — нагрузку (резистор сопротивлением 100...500 Ом и мощностью 5 Вт). Подают сетевое напряжение, и измеряют напряжение на нагрузке. Оно должно быть в пределах 12...13 В. По результатам измерения принимают решение об изменении числа витков вторичной обмотки.

Затем изготавливают точно такой же второй трансформатор. Один из них устанавливают на плату электронного балласта, а второй, предварительно заизолировав, приклеивают к этой плате через изолирующую прокладку. Вторичные обмотки трансформаторов соединяют так, чтобы их напряжения суммировались. Плату размещают и закрепляют в цоколе лампы. Выпрямитель, сглаживающий конденсатор и гнездо XS1 размещают на самодельной плате (см. рис. 3 в [2]).

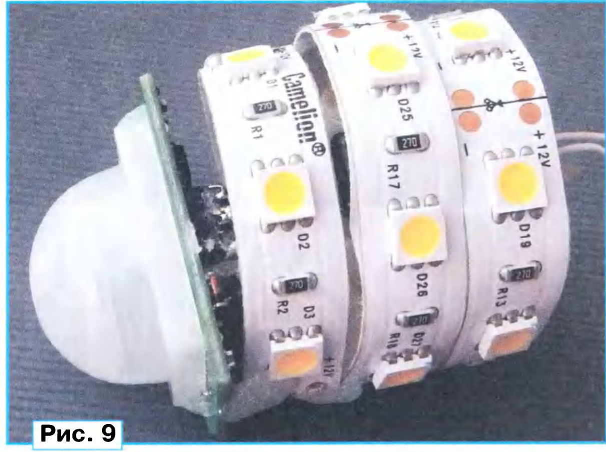


Рис. 9


Рис. 10

Совместно с импульсным модулем питания в выпрямителе следует применить быстродействующие выпрямительные или импульсные диоды, например, КД510А, 1N4448 или аналогичные, при этом выходной ток выпрямителя не должен превышать 0,3 А. Оксидные конденсаторы — импортные. Можно применить полевой транзистор 2N7000 и ИК-модули DP-102, HC-SR501. В модуле питания применено шестиконтактное двухрядное гнездо PBD-6, а в осветительном модуле — соответствующая ему вилка (PLD-6). Но можно обойтись и без разъёмов, соединив модули отрезками изолированного провода. В светорассеивателе (колбе) необходимо сделать отверстие, чтобы в него входила линза Френеля ИК-датчика, иначе он полностью потеряет чувствительность. При этом, возможно, придётся изменить размеры печатной платы.

Так и было сделано при установке устройства в корпус от светодиодной лампы 5aSC-A806ST-Q1 фирмы Diall, размеры которой меньше. Модуль питания собран по приведённой выше схеме, но без разъёмов. Выпрямитель и сглаживающий конденсатор пришлось установить в осветительном модуле, а размеры его платы (**рис. 7**, здесь конденсатор C1 — это конденсатор C1 на рис. 1 или C3 на рис. 6) уменьшить. Модули соединены между собой отрезками изолированных монтажных проводов. Смонтированная плата показана на **рис. 8** и **рис. 9**, а внешний вид этого варианта лампы-автомата — на **рис. 10**. Её размеры: высота — 115 мм, диаметр — 60 мм.

Следует учесть, что угол, в котором датчик обнаруживает присутствие людей, ограничен (в применённом датчике — 110 градусов). Поэтому лампа должна быть расположена в помещении с учётом этого фактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Салимов Н.** Два устройства управления освещением. — Радио, 2015, № 9, с. 39—41.

2. **Нечаев И.** Светодинамическая светодиодная лампа — из КЛЛ. — Радио, 2016, № 8, с. 36—38.

Доработка первичных часов

А. МАРИЕВИЧ, г. Воронеж

Хотя и совсем недавно, но уже в прошлом веке, в городах нашей страны функционировали сети "указателей времени", состоящие из генератора минутных импульсов — первичных часов и соединённых с ним многочисленных вторичных часов, показывающих время. В различном исполнении, в деревянных, металлических, пластмассовых корпусах, такие часы устанавливали в госучреждениях и на промышленных предприятиях, монтировали на опорах уличного освещения. Простые механизмы вторичных часов, малочувствительные к погодным условиям и загрязнению, практически не нуждались в обслуживании. Но их шаговый часовой механизм имел большой недостаток — стрелки не могли двигаться назад, что было неудобно для коррекции показаний и при переводе времени с летнего на зимнее. С развитием электроники старые электромеханические вторичные часы так и остались висеть на стенах — забытые, но вполне работоспособные.

В журнале "Радио", 1985, № 10 на с. 44, 45 была опубликована статья **С. Алексеева** "Первичные кварцевые часы", в которой автор описал конструкцию несложных первичных часов, позволяющих "оживить" сеть вторичных. Но такое недорогое устройство можно поставить в корпус каждых вторичных часов, заставив их самостоятельно работать от сети переменного тока. Я много раз повторял это устройство, с появлением более современных деталей доработал его.

Схема доработанных первичных часов представлена на **рис. 1**, а их печатная плата — на **рис. 2**. Доработка заключается в замене электромагнитного реле сдвоенным транзисторным оптроном АОТ110АС, что уменьшает потребляемый ток и увеличивает надёжность работы. Иначе, чем в оригинале, сделана индикация хода — на вход С триггера DD2.2 поданы импульсы частотой 2 Гц с вывода 6 микросхемы DD1, в результате чего подключённый к выходу триггера светодиод HL1 мигает раз в секунду. Он может быть расположен как на плате, так и на панели часов. Вместо одного дефицитного высокоомного резистора, шунтирующего кварцевый резонатор ZQ1, установлены два более

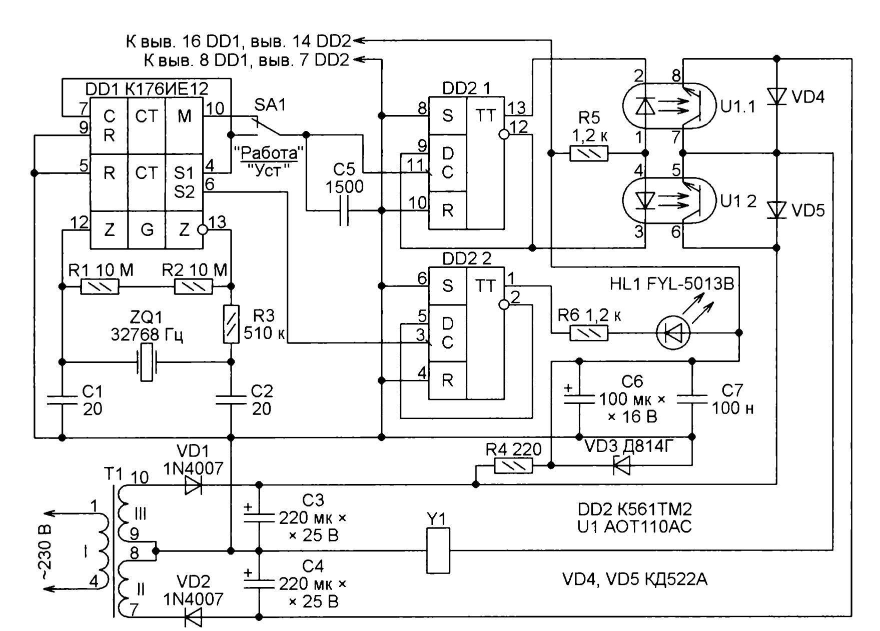
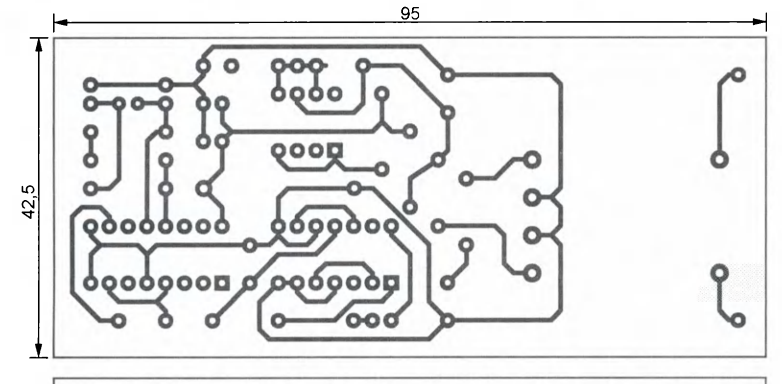
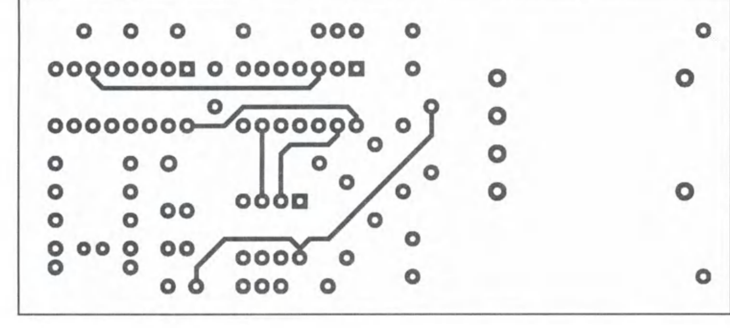


Рис. 1





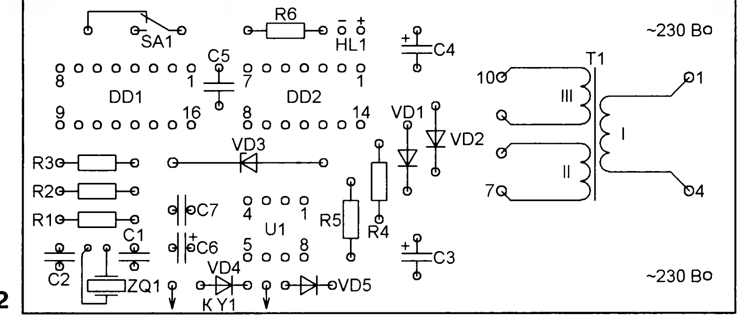


Рис. 2

доступных (R1 и R2), соединённых последовательно.

Переключатель SA1 позволяет оперативно ускорить ход часов, что помогает быстро установить точное время. Необходимое для работы часов двухполярное напряжение формируют однополупериодные выпрямители на диодах VD1 и VD2 со сглаживающими конденсаторами C3 и C4. Напряжение каждой полярности поочерёдно подают на электромагнит Y1 часового механизма через фототранзисторы оптрона U1. Обычно обмотка электромагнита Y1 состоит из 3000 витков провода диаметром 0,1 мм и имеет сопротивление около 3 кОм, так что мощности фототранзисторов для управления им вполне достаточно, и дополнительные усилители не требуются. Диоды VD4, VD5 подавляют выбросы напряжения самоиндукции обмотки электромагнита. С помощью параметрического стабилизатора R4VD3 организовано питание микросхем и светодиода.

Печатная плата разработана под унифицированный трансформатор ТП-112-19, вместо которого подойдёт и другой габаритной мощностью не менее 4 В·А с двумя вторичными обмотками на 9...12 В. Он может быть расположен в любом удобном месте, тогда плата будет иметь ещё меньшие размеры.

Конечно, устаревший дизайн и довольно громкий ход механизма старых вторичных часов ограничивают область их применения. Но недорогие, причём восстановленные своими руками, они украсят рабочее место радиолюбителя, а также мастерскую, дачу или гараж.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Программируемый переключатель гирлянд

П. КОЖУХИН, г. Курган

Для многих известных конструкций переключателей гирлянд характерно хранение описания реализуемых световых эффектов в программной памяти микроконтроллера. Это создаёт значительное неудобство, поскольку замена световой программы требует перепрограммирования микроконтроллера. Поэтому автор разработал переключатель, световые программы для которого составляют с помощью компьютера, а затем пересылают их по интерфейсу USB в имеющуюся в переключателе микросхему энергонезависимой памяти. Микроконтроллер переключателя участвует в этом процессе лишь как посредник. Его рабочая программа всегда остаётся неизменной и перепрограммирование не требуется.

Схема основной микроконтроллерной платы переключателя гирлянд представлена на **рис. 1**. Её основа — микроконтроллер DD1 PIC18F4550-I/PT, имеющий возможность поддерживать связь с компьютером по USB. Это позволяет передавать информацию из компьютера в микроконтроллер, который, в свою очередь, передаёт её по интерфейсу I²C в микросхему памяти DS1 24LC256T-I/SN. В обратном направлении по тому же пути происходит передача информации из микросхемы памяти в компьютер для редактирования и составления новых версий световых эффектов.

К разъёмам XS1 и XS4 процессорной платы с помощью разветвителей, схемы которых показаны на **рис. 2**, могут быть подключены до десяти одноцветных гирлянд светодиодов, две гирлянды из многоцветных (RGB) светодиодов и две линейки по 24 светодиода, которые программа светового эффекта может включать и выключать в любом порядке.

Заметьте, что левый (подключаемый к разъёму XS1) и правый (подключаемый к разъёму XS4) разветвители собраны по разным схемам и не взаимозаменяемы.

Все одноцветные гирлянды выполнены по одной схеме (**рис. 3**), содержат по 25 соединённых параллельно светодиодов и различаются их типом и цветом свечения:

— гирлянды 1 и 6 — светодиоды L-05R2G531CH1-01 (красные, 600 мкд, 100°);

— гирлянды 2 и 7 — светодиоды L-05G5C342CD1-01-A (зелёные, 3000 мкд, 70°);

— гирлянды 3 и 8 — светодиоды L-05Y2G531CD1-01 (жёлтые, 800 мкд, 70°);

— гирлянды 4 и 9 — светодиоды L-05W24CHM-006 (белые, 1000 мкд, 120°);

— гирлянды 5 и 10 — светодиоды L-05B4E442CD1-01-A (синие, 700 мкд, 70°).

В гирляндах 3 и 8 установлены гасящие резисторы R1 номиналом 100 Ом, в остальных — 200 Ом.

Многоцветные гирлянды собраны по схеме, показанной на **рис. 4**, и содержат по 24 RGB-светодиода L-154A4SURKQBDZGW.

Схема светодиодной линейки изображена на **рис. 5**. Здесь имеются три сдвиговых регистра DD1—DD3. Выход переноса (выв. 9) регистра DD1 соединён с информационным входом (выв. 14) регистра DD2, выход переноса которого, в свою очередь, соединён с информацион-

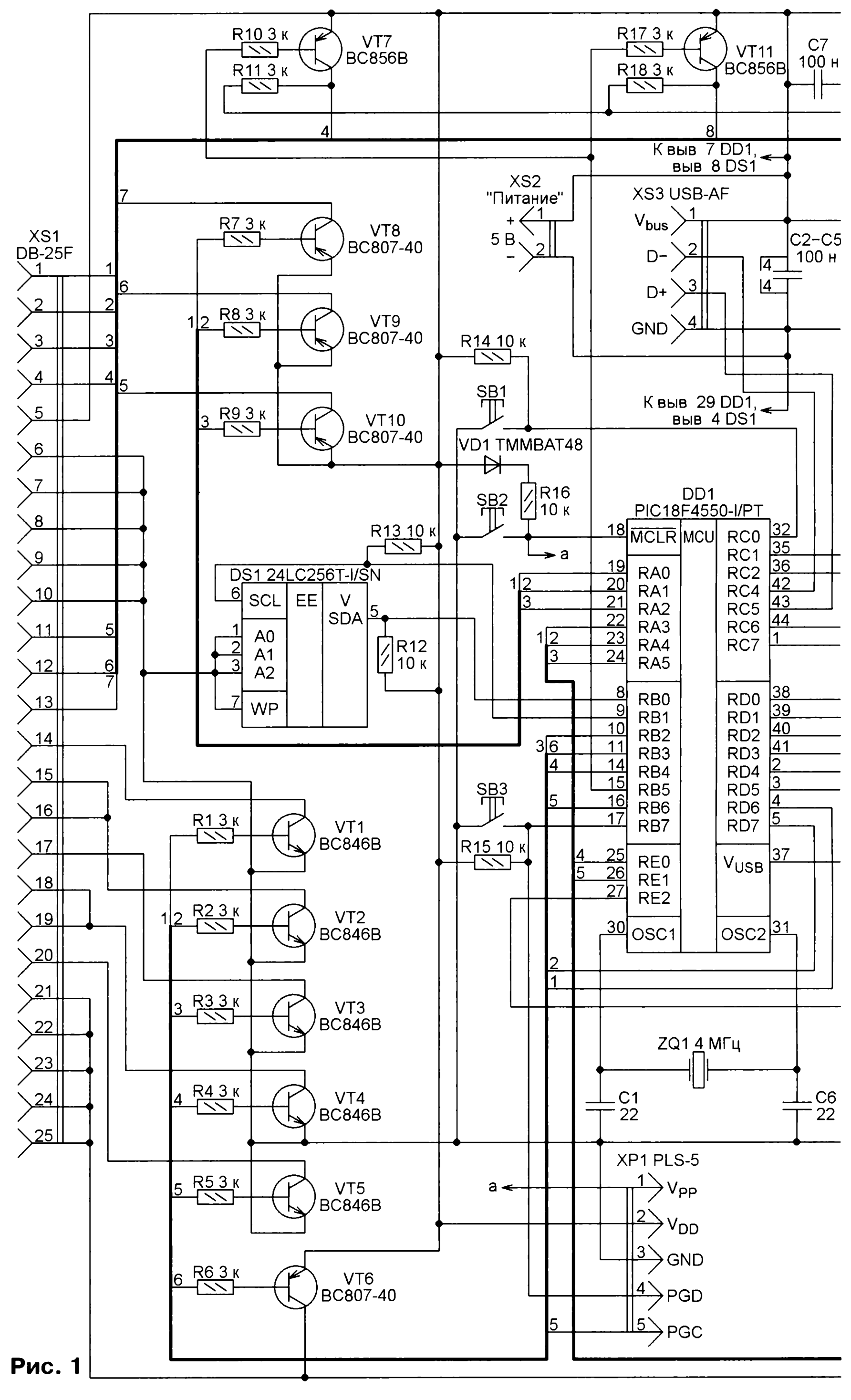


Рис. 1

ным входом регистра DD3. Таким образом, все три регистра для загружаемой в них информации включены последовательно, а их управляющие входы — параллельно. Так образован единый 24-разрядный регистр. Загруженный в него микроконтроллером код одновременно по сигналу, поданному на выводы 12 микросхем, отображается светодиодами HL1—HL24. Логической единице кода соответствует включённый светодиод, логическому нулю — выключенный. Во избежание отображения случайной информации электронный ключ на транзис-

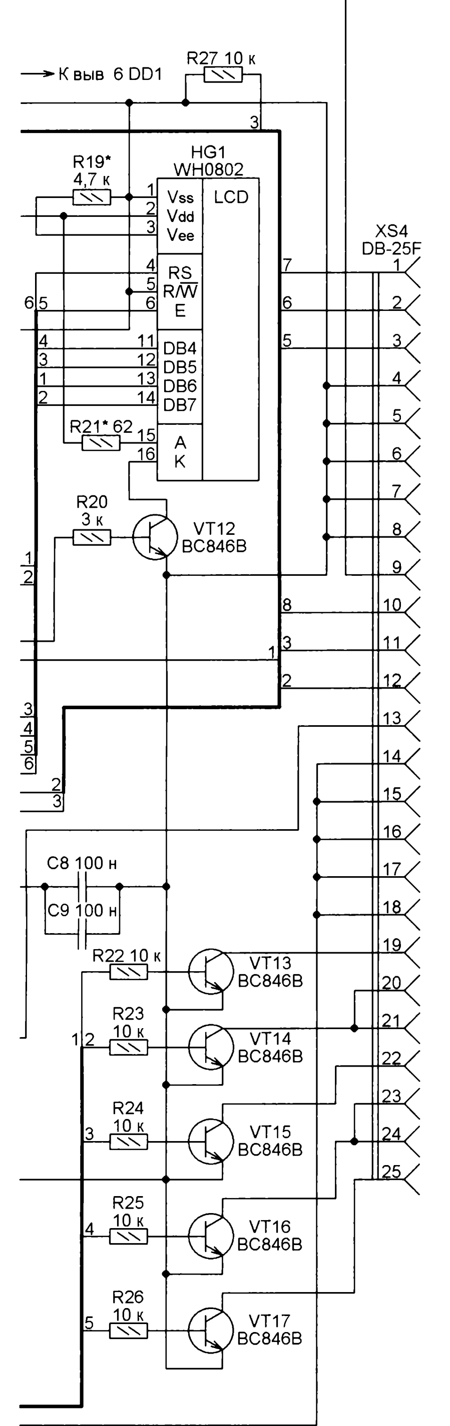


Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

торе VT1 отключает все светодиоды от общего провода до записи в регистр первого кода.

Программы переключения и режим управления задают отдельно для каждой из двух линеек. Поскольку их подключают к устройству жгутами проводов длиной до 2 м, предусмотрена подача сигналов на тактовые входы (выв. 11) регистров через находящиеся на микроконтроллерной плате транзисторные ключи VT7 и VT11. Это позволяет избежать сбоев при загрузке в линейки кодов.

При подаче питания микроконтроллер считывает из своей энергонезависимой памяти данных способ переключения гирлянд, RGB-гирлянд и линеек. Номер программы при этом для них всех равен 1. В дальнейшем в зависимости от режима работы он изменяется или остаётся неизменным. Далее по номеру световой программы определяется начальная ячейка в микросхеме памяти DS1, откуда считываются все необходимые для этой программы значения. Чтение происходит при исполнении каждой новой световой программы уже в процессе выполнения микроконтроллером своей программы. Затем начинается сам процесс исполнения световых эффектов, а на индикатор HG1 выводится вся необходимая информация. Предварительно программа микроконтроллера формирует и заносит в CGRAM ЖКИ HG1 изображения дополнительных, отсутствующих в основном знакогенераторе символов. Оптимальную контрастность изображения на ЖКИ устанавливают подборкой резистора R19, а яркость подсветки индикатора — подборкой резистора R21.

Микроконтроллер работает с тактовой частотой 48 МГц, которую получают с помощью встроенного в него модуля фазовой автоподстройки частоты (PLL). Он умножает частоту генератора на кварцевом резонаторе ZQ1 на 24 и далее делит её на 2. Такая высокая такто-

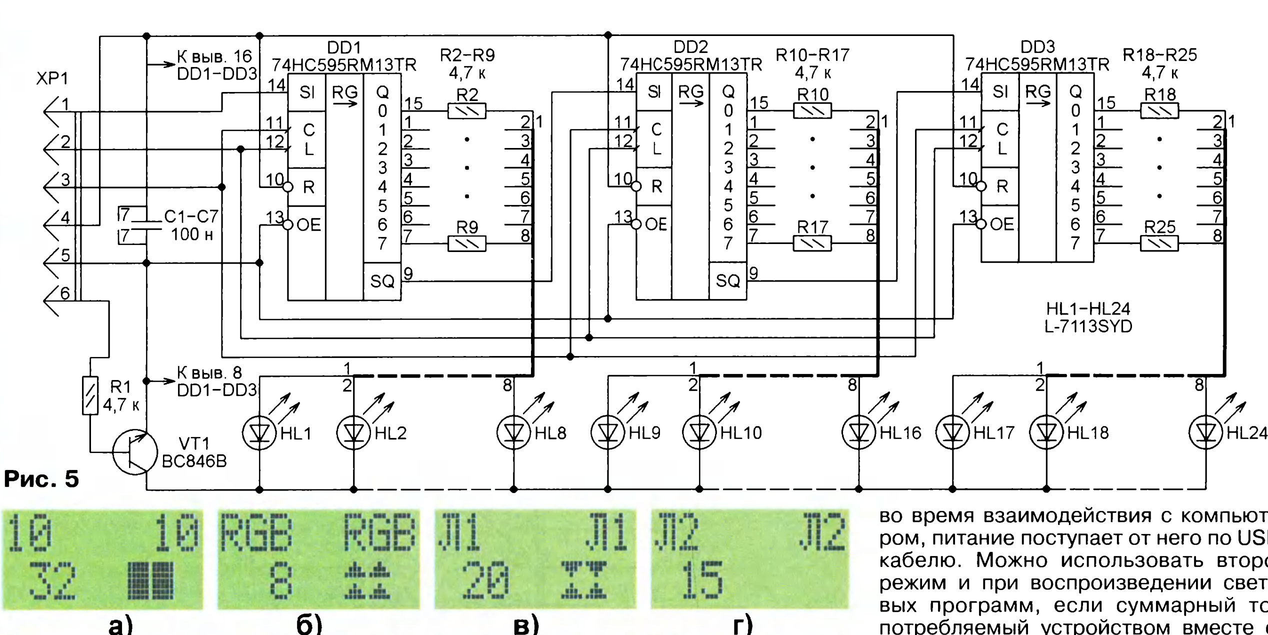


Рис. 5

10 10 / 32 — а) RGB RGB / 8 — б) Л1 Л1 / 20 — в) Л2 Л2 / 15 — г)

10 10 / 32 — д) 10 10 / 32 — е) Запись EEPROM — ж) Передача EEPROM — и)

Рис. 6

вая частота необходима для организации достаточно быстрой ШИМ для управления светодиодными гирляндами.

Нажатиями на кнопки SB2 и SB3 на экран ЖКИ можно вывести четыре меню. Первое — установки для одноцветных гирлянд (**рис. 6**,а). В начале нижней строки находится номер текущей программы, а в её конце — режим работы (все гирлянды включены постоянно).

Второе — установки для RGB-гирлянды (рис. 6,б). Значок режима работы показывает, что программы выполняются последовательно.

Третье — установки для линейки 1 (рис. 6,в). Значок режима работы показывает, что выполняется одна единственная программа, номер которой выведен слева.

Четвёртое — установки для линейки 2 (рис. 6,г). Отсутствие значка режима работы означает, что все светодиоды этой линейки выключены.

В находящееся на экране меню входят, нажав на кнопку SB1. Должна появиться стрелка у номера программы (рис. 6,д). После этого кнопками SB2 и SB3 устанавливают номер программы. Затем нажатием на кнопку SB1 переводят стрелку на режим работы (рис. 6,е), кнопками SB2 или SB3 выбирают его. Нажатием на кнопку SB1 выходят из меню.

Если в течение 10 с нажатий на кнопки не было, то индикатор и подсветка его экрана будут выключены. Нажатием на любую кнопку можно включить их заново.

Во время загрузки компьютером информации в микросхему EEPROM на индикатор HG1 выведено сообщение, показанное на рис. 6,ж, а во время передачи в обратном направлении — на рис. 6,и.

Предусмотрены два режима питания переключателя гирлянд. В первом режиме (основном) устройство питают постоянным стабилизированным напряжением 5 В, поступающим на плату микроконтроллера от внешнего источника. Во втором режиме, используемом во время взаимодействия с компьютером, питание поступает от него по USB-кабелю. Можно использовать второй режим и при воспроизведении световых программ, если суммарный ток, потребляемый устройством вместе со всеми источниками света (гирляндами и линейками), не превышает возможностей USB-порта компьютера.

Подключённый к его USB-разъёму переключатель компьютер определит как "Переключатель гирлянд", а все необходимые драйверы установит сам. Пользователь должен лишь запустить на компьютере исполняемый файл "Переключатель гирлянд.exe".

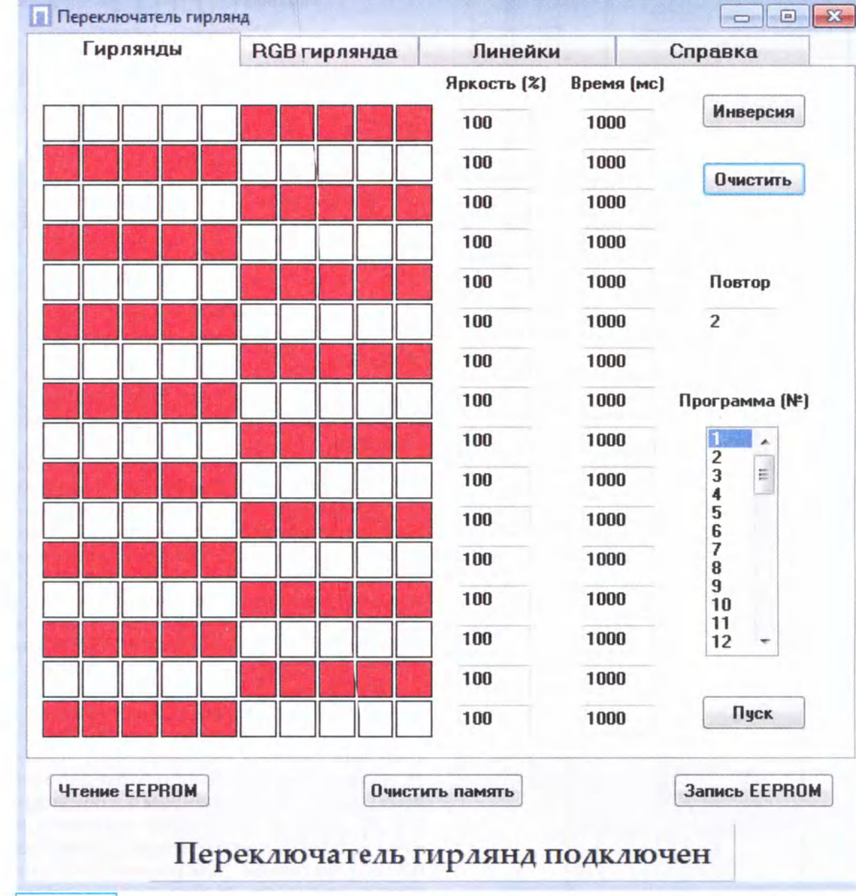
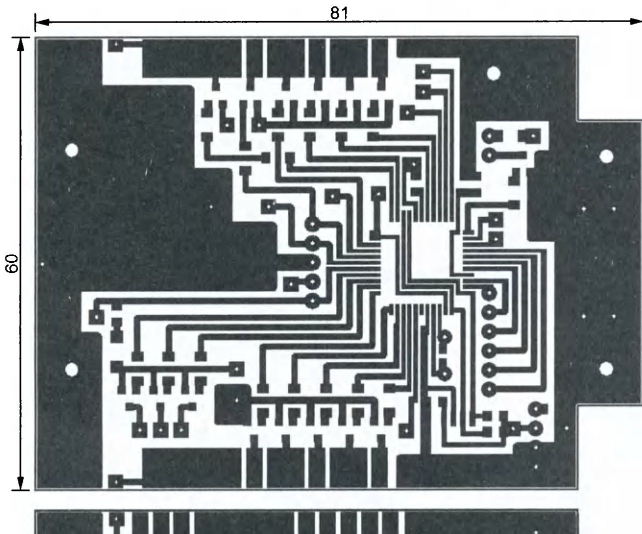
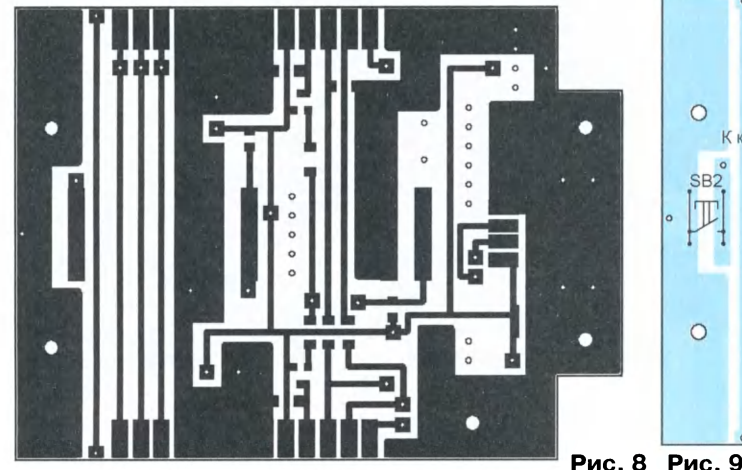
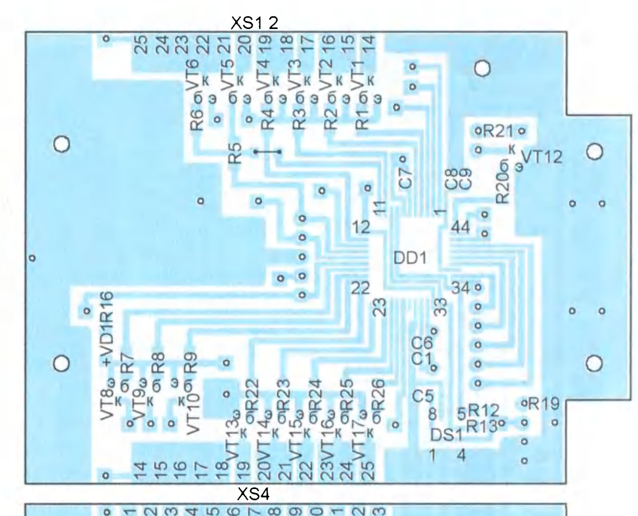


Рис. 7

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38







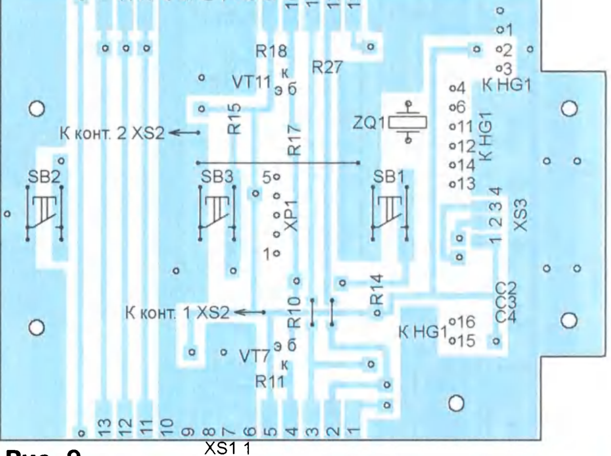


Рис. 8 Рис. 9

Если устройство опознано, самой нижней надписью в окне этой программы будет "Переключатель гирлянд подключён", если же оно не подключено или неисправно, то "Переключатель гирлянд отключён". При этом программы световых эффектов можно создавать и при отключённом устройстве. Они хранятся в файле gir.prk, который переписывается при каждом закрытии программы. Находится этот файл в одной папке с исполняемым файлом программы. Если его удалить, то впоследствии при запуске программы придётся создать вновь, нажав на экранную кнопку "Очистить память". Вкладка "Гирлянды" окна программы представлена на **рис. 7**. Далее описаны основные особенности работы с программой "Переключатель гирлянд".

Назначение экранных кнопок:

— "Чтение EEPROM" — считывание информации из микросхемы DS1.

— "Очистить память" — восстановление всех значений по умолчанию.

— "Запись EEPROM" — запись информации в микросхему DS1.

— "Очистить" — обнуляет все состояния включения/выключения в текущей программе.

— "Инверсия" — меняет в текущей программе все состояния включено/выключено на противоположные;

— "Пуск" — запуск имитации выполнения световой программы в реальном масштабе времени. Если переключатель подключён к компьютеру, то программа выполняется и на нём. При этом на HG1 вместо режима программы будут выведены буквы ПК, а номер программы равен 0. Возвращаются к выполнению программы, хранящейся в DS1, установкой соответствующего режима работы.

Поля задания значений:

— "Яркость (%)" — яркость свечения одноцветных гирлянд. Все десять гирлянд светят с заданной яркостью. Минимальное значение — 0, максимальное — 100.

— "Время (мс)" — длительность одного такта в миллисекундах. Всего 16 тактов. Минимальное значение — 10 мс, максимальное — 5000 мс. Действует на много- и одноцветные гирлянды.

— "Повтор" — число повторений выбранной программы. Минимальное значение — 0 (пропуск программы), максимальное — 8.

— "Программа (№)" — выбор номера программы.

Переключатели значений:

"R, G, B" — задание цвета свечения RGB-гирлянды.

— "Выбор цвета" — щелчками мышью по цветным квадратам выбирают цвет свечения многоцветной гирлянды.

— "Переключатель тактов для линейки" — выбор номера такта для линейки. Всего 24 такта.

— "Время (мс)" — на странице "Линейки" задаёт длительность цикла переключения. Минимальное значение — 250 мс, максимальное — 5000 мс.

Поля заполнения:

— "Гирлянды" — поле 10×16 квадратов. Щелчками мышью по ним выбирают, какие гирлянды будут включены в каждом такте (соответствующие квадраты выделяются красным цветом). Гирлянды — по горизонтали, такты — по вертикали.

— "RGB-гирлянда" — столбец из 16 квадратов. Сначала выбирают цвет, а затем, щёлкая по квадратам, такты, в которых гирлянды будут светиться этим цветом.

— "Линейки" — две строки по 24 прямоугольника. Верхняя для первой линейки, нижняя — для второй. Сначала выбирают такт, а затем, щёлкая по прямоугольникам, задают светодиоды, включённые в данном такте.

Чертёж печатной платы микроконтроллерного блока переключателя изображён на **рис. 8**, а её монтажная схема — на **рис. 9**. Плата рассчитана на установку резисторов для поверхностного монтажа типоразмеров 0805 и 1206, конденсаторов — типоразмера 0805. На плате имеются три перемычки типоразмера 1206. Выводы кнопок SB1—SB3 укорочены и отформованы под поверхностный монтаж. Корпус разъёма XS3 припаян к плате, а выводы соединены с контактными площадками на плате тонкими проводами. Разъёмы XS1 и XS4 устанавливают на краях платы так, чтобы она вошла в зазор между рядами их контактов, а сами

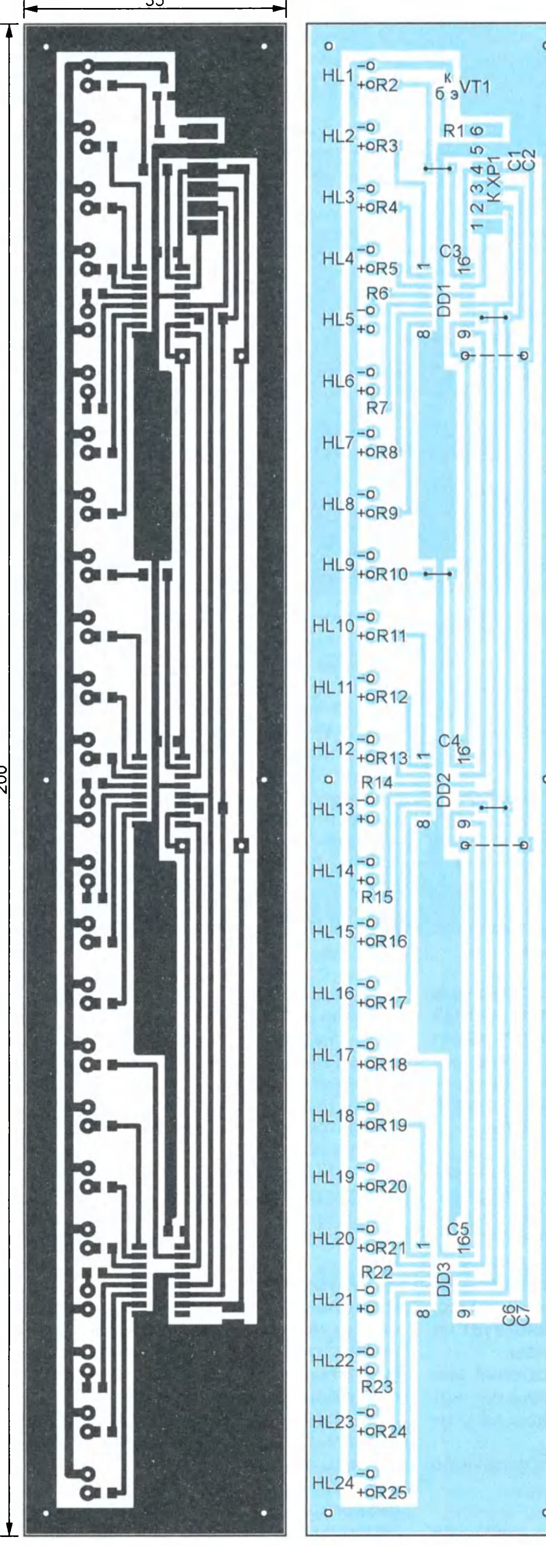
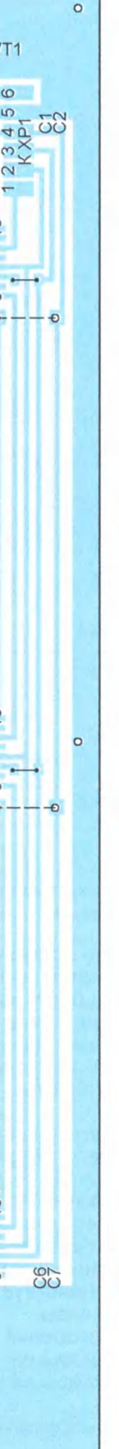



Рис. 10

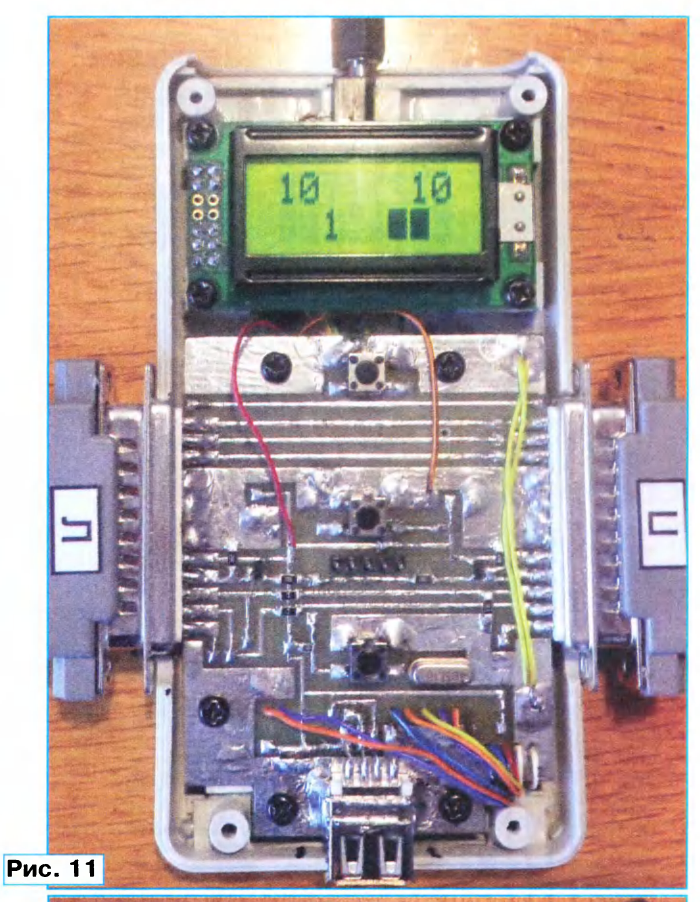


Рис. 11

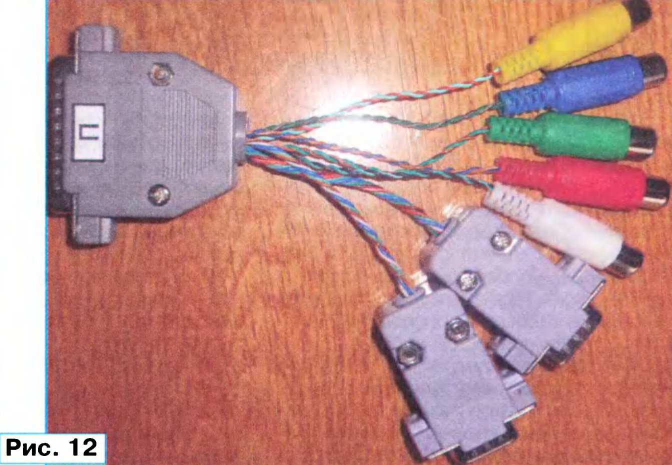


Рис. 12

контакты совместились с соответствующими контактными площадками платы. Разъёмы закрепляют пайкой контактов.

Печатная плата светодиодной линейки показана на **рис. 10**. Она рассчитана на установку резисторов и конденсаторов для поверхностного монтажа типоразмера 0805 (R1 — 1206). Имеет четыре перемычки типоразмера 1206. Ещё две перемычки, показанные на рис. 10 штриховыми линиями, — проволочные. Они установлены со стороны платы, противоположной печатным проводникам. На той же стороне установлены светодиоды.

Переключатель собран в корпусе G939G, из которого удалён батарейный отсек. Прибор с открытой верхней крышкой корпуса показан на **рис. 11**. Над индикатором виден разъём питания XS2. Один из разветвителей изображён на **рис. 12**.

Для подключения к микроконтроллеру программатора на плате предусмотрен разъём XP1. На время загрузки в микроконтроллер программы необходимо отключить от разъёма XS2 внешний источник питания, а от разъёмов XS1 и XS4 — все гирлянды и светодиодные линейки. Индикатор HG1 можно не отсоединять, так как потребляемый им ток при выключенной подсветке всего 1...2 мА.

***От редакции**. Файлы печатных плат в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/perek.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Окончание следует)

Терменвокс "Etherway"

И. МАМОНТОВ, г. Электросталь Московской обл.

Пусть читателей не смущает название "Etherway". Оно созвучно с "Etherwave" — названием терменвокса известной американской фирмы Moog Music Inc. — и выбрано намеренно, чтобы отразить схожесть инструментов. Описание прототипа [1] было сделано самим Р. Мугом, который впоследствии наладил выпуск изделий, практически ничего не изменив в схеме и дав им название "Etherwave". Инструмент оказался настолько удачным, что и по сей день пользуется успехом как среди исполнителей, так и среди радиолюбителей, повторяющих его.

Исполнители отдают должное самому главному качеству инструмента — его пригодности к профессиональному исполнению музыкальных произведений. Это связано, главным образом, с улучшенной линейностью музыкальной шкалы, о чём речь пойдёт ниже. Радиолюбителей же привлекает возможность не мотать катушки индуктивности самостоятельно, а обойтись готовыми намоточными изделиями известных фирм. Предлагаются даже наборы для самостоятельной сборки, включающие полностью собранную и отлаженную печатную плату.

Предлагаемая конструкция представляет собой некоторое отступление от этой идеологии, поскольку в ней использованы катушки, намотанные вручную. Это не так сложно, как кажется на первый взгляд, да и занимает гораздо меньше времени, чем поиск готовых изделий. Впрочем, ничто не мешает подобрать готовые катушки. Также важно знать: для успешного повторения конструкции потребуется осциллограф!

Звуковой сигнал в терменвоксе получают смешиванием высокочастотных сигналов двух генераторов (**рис. 1**), один из которых (образцовый) работает на фиксированной частоте, а частота другого (перестраиваемого) меняется при приближении к его антенне руки исполнителя. В результате образуются и выделяются биения с разностной частотой, лежащей в звуковом диапазоне. Гениальность изобретения Л. С. Термена состоит в том, что очень незначительные изменения частоты генераторов приводят к ощутимым изменениям высоты тона. Он использовал этот принцип не только в своём музыкальном инструменте — терменвоксе, но и при построении охранных систем.

Значения частот на рис. 1 показаны условно. Общее правило здесь одно: с приближением руки к антенне частота перестраиваемого генератора понижается, что должно приводить к увеличению разностной частоты (повышению тона), а значит, образцовый генератор должен быть настроен выше. Пусть этот факт отложится в памяти до того момента, когда придётся налаживать изготовленное устройство.

Канал управления громкостью (**рис. 2**) построен иначе. Здесь только один генератор, который работает на фиксированной частоте и возбуждает резонансную цепь, в которую входит ещё одна антенна. В исходном состоянии (рука далеко) цепь настроена на частоту генератора, а напряжение на ней максимально. Приближение руки к антенне вызывает расстройку резонансной цепи и снижение напряжения на ней. Это должно приводить к уменьшению громкости, хотя возможна и обратная зависимость. Я думаю, на заре становления инструмента были опробованы оба варианта, и первый вариант сочли лучшим.

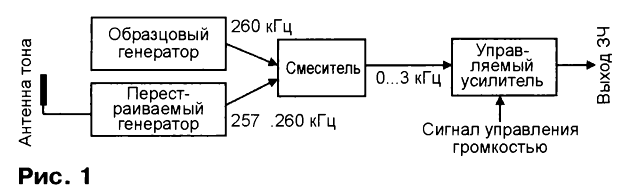


Рис. 1

Антенна громкости
Генератор канала громкости
450 кГц
Резонансная цепь
Сигнал управления громкостью

Рис. 2

Концепция "Etherwave" полностью повторяет концепцию первых терменвоксов, построенных на электронных лампах. Возможно, удачность конструкции, описанной в [1], как раз и обусловлена именно тем, что представляет собой, по сути, современную (на транзисторах) реинкарнацию проверенных и хорошо себя зарекомендовавших технических решений прошлых лет.

Теперь — об изображённом на **рис. 3** схеме терменвокса "Etherway", который я разработал на основе "Etherwave". Все генераторы в нём выполнены по единой дифференциальной двухтранзисторной схеме. Достоинство такого генератора в том, что его трудно заставить не генерировать, чему способствует большой суммарный коэффициент усиления пары транзисторов. Рассмотрим его работу на примере перестраиваемого генератора (транзисторы VT1 и VT2).

В коллекторную цепь транзистора VT1 включён колебательный контур, состоящий из конденсатора C5 и катушки индуктивности L3. Элементы C9, R11 и R12 образуют цепь положительной обратной связи, причём C9 — просто разделительный конденсатор, ёмкость которого некритична, а делитель напряжения R11R12 задаёт коэффициент обратной связи, кроме того, резистор R11 большого сопротивления уменьшает нагрузку на колебательный контур.

В [1] катушка индуктивности, эквивалентная L3, составлена из двух — постоянной и регулируемой, что снижает остроту настройки (тем самым делая её более удобной), но и уменьшает её пределы. Последнее заставляет более строго придерживаться номиналов элементов частотозадающих цепей и геометрии антенны. Я пожертвовал остротой настройки в пользу универсальности и отказался от дополнительного компонента, которого всё равно бы не нашёл в своих "закромах".

Резисторы R5 и R12 задают постоянное напряжение на базах транзисторов VT1 и VT2, близкое к нулю. Резистором R7 задан суммарный ток через транзисторы (около 5 мА).

Основные отличия генератора от оригинала — дополнительная развязка по питанию с помощью фильтра C4R6 и снятие выходного напряжения не с контура C5L3, а с коллектора транзистора VT2. Для этого в коллекторную цепь этого транзистора в качестве нагрузки установлен сравнительно низкоомный резистор R10. Цель такого решения — максимально и с минимумом затрат развязать генераторы.

Дело в том, что при сближении частот генераторов возрастает их взаимное влияние вследствие взаимопроникновения сигналов через выходные цепи, цепи питания, ёмкость монтажа. Каждый стремится навязать партнёру свою частоту. Это явление называют "затягиванием частоты". В схеме из [1] затягивание начинает проявляться при разности частот менее 150 Гц, приводя сначала к искажениям формы звукового сигнала, а затем к полной синхронизации генераторов (захвату частоты) и "молчанию" инструмента. Это делает невозможным получение звуковых частот ниже 50...80 Гц. Но здесь есть свои достоинства и недостатки.

Положительный момент заключается в том, что по мере затягивания частоты звуковой сигнал из близкого к синусоидальному превращается в подобие пилообразного, а затем — пульсирующего, обогащаясь высшими гармониками. Иными словами, появляется зависимость тембра от частоты, что делает исполнение более выразительным и похожим на естественный голос. Невозможность получения низких нот делает инструмент молчащим в отсутствие исполнителя, поскольку частота управляемого генератора должным образом настроенного терменвокса в этом случае попадает в полосу захвата.

Но изменчивость формы сигнала плоха тем, что на очень низких нотах получается не голос, а "тарахтение",

тел. 607-89-00 • Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru • РАДИО № 11, 2016

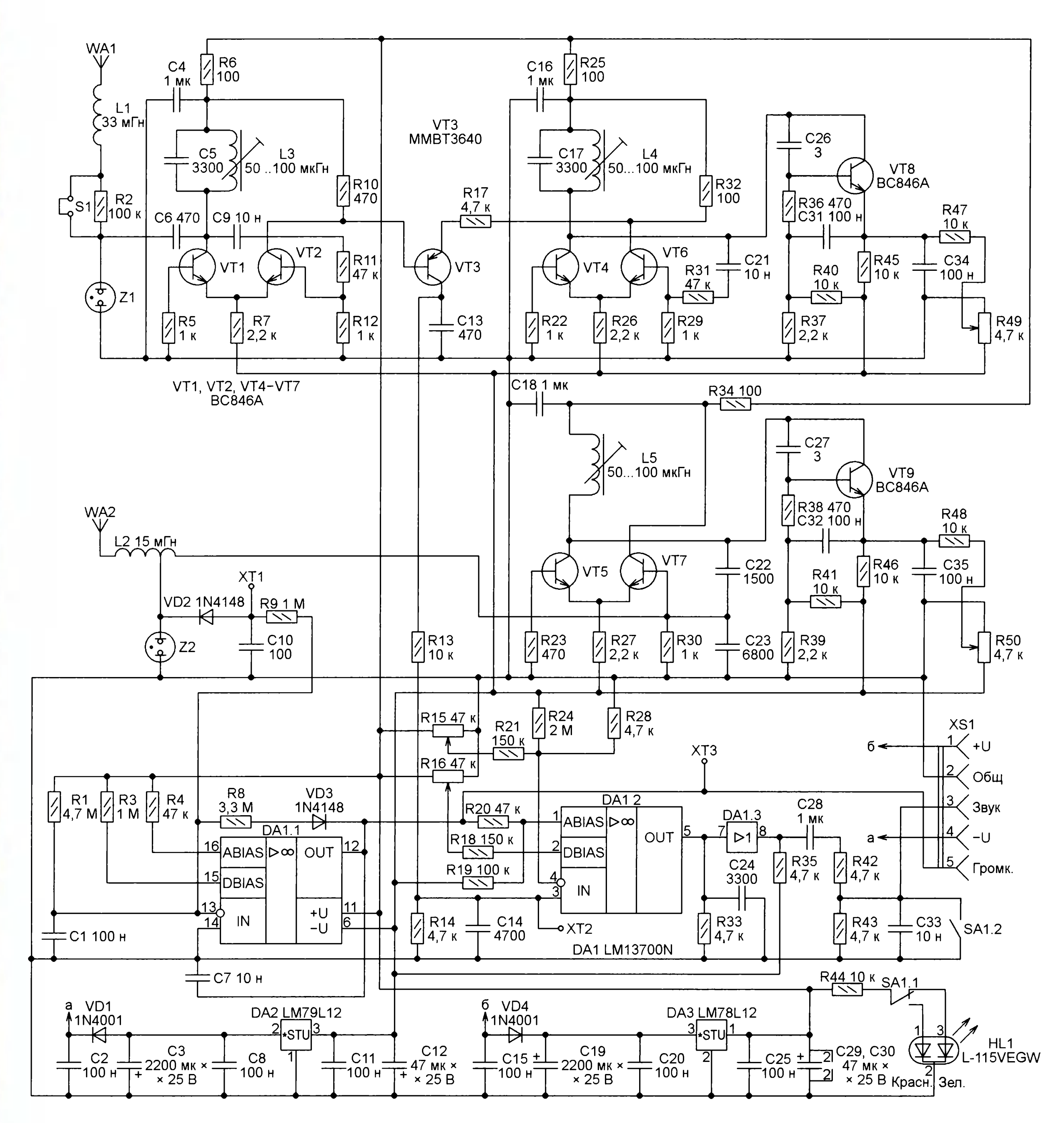


Рис. 3

теряющее музыкальность из-за того, что биения из периодических становятся случайными — возрастает чувствительность генераторов, находящихся на грани захвата, ко всякого рода помехам.

И наконец, интересное следствие затягивания частоты, считавшееся раньше полезным, которое усиливали с помощью специальных мер, — оно ускоряет сближение частот генераторов, повышая чувствительность инструмента к манипуляциям исполнителя именно там, где требуется, — на удалении от антенны, где изменения вносимой рукой ёмкости малы. Это делает более равномерным распределение нот в области перемещения руки.

Посмотрите на клавиатуру фортепиано — ширина клавиш везде одинакова. Музыканту не нужно напрягаться, чтобы сыграть, например, ту же мелодию октавой выше. Он, руководствуясь мускульной памятью, просто повторит те же движения, немного сдвинув руку. Со струнными инструментами ситуация немного хуже. Лады на грифе гитары расположены неравномерно, поэтому движения приходится масштабировать. У виолончели вообще все плохо. Ладов, как таковых, нет, и малейший промах означает фальшь.

Если у перечисленных выше инструментов есть какая-либо точка опоры для руки, место тактильного контакта, визуальное место, наконец, то у терменвокса нет и этого. Вот почему лозунг "каждый сможет играть на терменвоксе" звучит, мягко говоря, лукаво. Впрочем, если исполнять "авангардную" музыку, которую никто, даже сам автор, повторить не в силах, — это сойдёт. Проблемы начнутся с "Вокализом" С. В. Рахманинова, эдаким "Hello, world!" в мире начинающих терменистов.

Я сказал: "следствие, считавшееся раньше полезным". В последнее время обнаружилось, что "Etherwave" звучит

весьма неплохо даже при полностью развязанных генераторах, давая более густой бас (и это ожидаемо) и одну или более лишнюю октаву. Странно, что инженеры Moog Music Inc. до сих пор не воплотили эту возможность в серийных изделиях, дав другим шанс заработать на продажах дополнительных модулей, устанавливаемых в "Etherwave", по цене в десятки евро за плату с двумя транзисторами! А суть метода проста — буферирование сигналов генераторов перед подачей их на смеситель. Ведь именно здесь происходит наиболее сильное взаимное влияние генераторов.

Поначалу я собирался поступить так же, но "спортивный" интерес взял своё — решил найти более элегантное решение. Окончательный вариант — использование транзисторов VT2 и VT6 в качестве буферов и введение смесителя на легко сопрягаемом с ними p-n-p транзисторе VT3.

Чтобы ослабить паразитную связь, требуется уменьшать сопротивление резисторов R10 и R32. Но тогда смешиваемые сигналы оказываются очень слабыми. Хотя диодный смеситель, взятый из оригинала, работает и с ними, но он даёт меньший уровень выходного сигнала. Транзистор VT3 не только смешивает входные сигналы, но и усиливает выходной. Цепь C14R14, как и в оригинале, отсекает высокие частоты, вновь введённая цепь C13R13 делает то же самое, улучшая фильтрацию.

Нужно заметить, что такие цепи встречаются по всему тракту, и в этом есть свой резон. Если подать плохо отфильтрованный сигнал на громкоговоритель, то его высокочастотные составляющие всё равно не будут слышны. Зато дешёвые звуковые карты компьютеров и различные генераторы спецэффектов легко "слышат" эти составляющие. Дело в том, что находящиеся в них аналого-цифровые преобразователи квантуют входной сигнал по времени. Если он имеет высокочастотные компоненты с частотами выше половины частоты квантования, появляются неприятные призвуки. А дешевизна таких устройств предполагает отсутствие высококачественных фильтров на их входе.

Вернёмся к генераторам. Хотя сигнал на колебательном контуре имеет синусоидальную форму (верхняя осциллограмма на **рис. 4**), с резисторов R10 и R32 снимают далеко не синусоидальные напряжения — "обрывки" полуволн размахом около 2 В с короткими провалами на вершинах (нижняя осциллограмма на том же рисунке). Это приводит к несколько иной, по сравнению с оригиналом, форме напряжения на выходе смесителя. Если раньше на резисторе R14 выделялся сигнал, состоящий из отрицательных полуволн в форме букв U, то теперь — скруглённый треугольный с небольшими перегибами на подъёме.

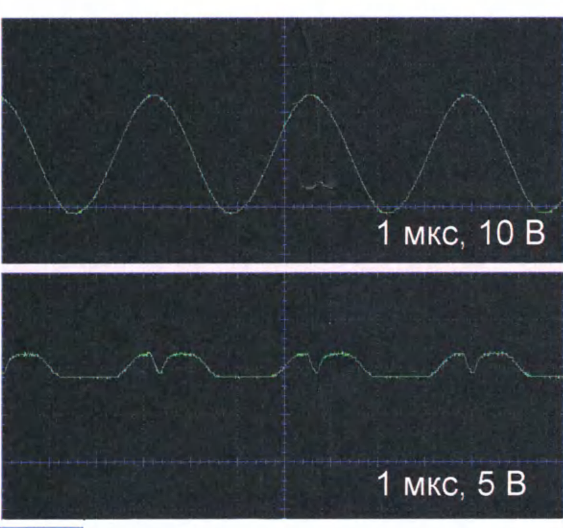
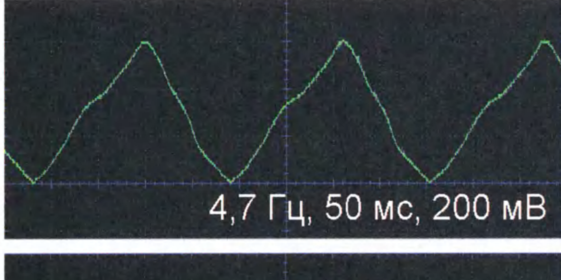
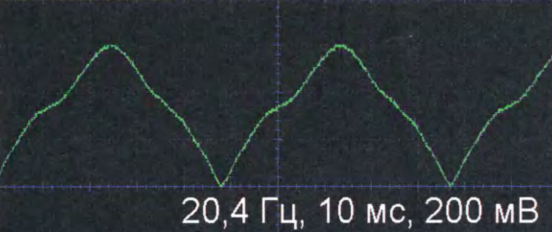
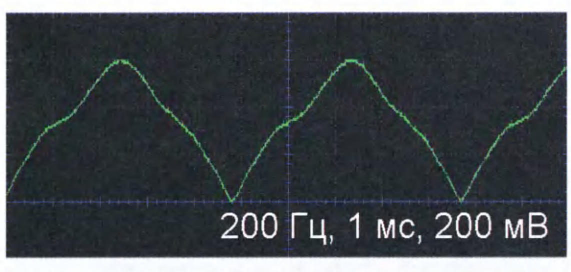


Рис. 4







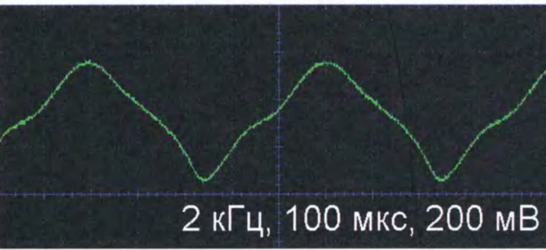


Рис. 5

Вдобавок, сигнал переместился в область положительного напряжения, что заставило изменить полярность напряжения питания, приходящего на переменный резистор R15, и поменять местами его неподвижные выводы, чтобы сохранить направление регулировки, а также увеличить номинал резистора R24.

Как видно по осциллограммам сигналов разной частоты на выходе смесителя, изображённым на **рис. 5**, они сохраняют свою форму вплоть до инфразвуковой частоты, что говорит о хорошей развязке генераторов. Изменчивость тембра предполагается создавать внешними средствами.

Теперь об отличиях генераторов. У перестраиваемого генератора к колебательному контуру подключена цепь, состоящая из антенны WA1 и катушки индуктивности L1, а в образцовом генераторе — цепь настройки в виде "реактивного транзистора" (электронного аналога переменного конденсатора).

Принцип действия реактивного транзистора основан на эффекте Миллера — кажущемся увеличении ёмкости конденсатора, включённого в цепь отрицательной обратной связи усилителя. В данном случае — это конденсатор C26 ёмкостью 3 пФ, включённый между коллектором и базой транзистора VT8. В общую ёмкость обратной связи входит также ёмкость перехода база—коллектор этого транзистора, которая у BC846A — около 1,9 пФ. При изменении регулировкой тока его эмиттера с помощью переменного резистора R49 коэффициента усиления $K_у$ транзистора происходит изменение произведения $(C26+C_{бк})\cdot K_у$.

В [1] конденсатор, эквивалентный C26, был номиналом 33 пФ, а эквивалентный R36 резистор — 33 Ом (плюс дополнительный резистор 470 Ом в базовой цепи транзистора, который здесь исключён), что давало такое же перекрытие по частоте — около 2...3 кГц. Это соответствует изменению ёмкости колебательного контура на 50 пФ. Если имеется подходящий конденсатор переменной ёмкости, можно смело заменить им весь узел электронной перестройки, применение которого Р. Муг обосновал отсутствием дешёвых переменных конденсаторов.

На антенной цепи остановимся подробнее. Это — "изюминка" всех терменвоксов подобного рода. Дело в том, что для максимальной чувствительности необходимо, чтобы ёмкость конденсатора колебательного контура состояла, по возможности, только из ёмкости антенны. Это примерно 6...8 пФ, из которых на наведённую от руки ёмкость прихо-

дится 0,5 пФ и менее. Но такой контур на частоте в сотни килогерц возбудить сложнее, и, самое главное, "густота" нот с приближением руки к антенне резко возрастает. Это сильно затрудняет игру в верхнем регистре инструмента.

Как же при ёмкости контура 3300 пФ обеспечивают требуемую чувствительность инструмента к манипуляциям рукой? Всё дело в том, что контур, в который входит ёмкость антенны, в рассматриваемом случае образован дополнительной катушкой индуктивности L1 (в [1] это четыре катушки, соединённые последовательно). В первом приближении можно считать, что резонансная частота этого контура равна резонансной частоте контура генератора C5L3. В этом случае влияние ёмкости антенны на генерируемую частоту многократно возрастает.

Трудно сказать, как Л. С. Термен и первые энтузиасты терменвокса пришли к этому решению. Возможно, они стали подключать антенну не напрямую, а через катушку индуктивности, стремясь ограничить чувствительность вблизи антенны и выровнять тем самым мензуру инструмента. Постепенно выяснилось, что её индуктивность должна быть значительной, а наилучшее выравнивание мензуры достигается при большой ёмкости контура генератора.

Позже появилось такое объяснение: при правильной настройке цепи антенны её ёмкость трансформируется в индуктивность, присоединённую параллельно катушке L3. Изменения ёмкости антенны управляют этой индуктивностью по нужному для линеаризации закону. А своеобразие схемы заключается в том, что если оба контура по отдельности настроены на одну и ту же частоту, то соединённые вместе они дают два резонансных пика вместо одного. Поведение генератора при этом сильно зависит от соотношения параметров элементов контуров.

Исчерпывающее объяснение этому явлению можно найти в разделах "Связанные колебательные цепи" в учебниках по теории электрических цепей и даже в учебниках по другим дисциплинам (акустике, математике). Поведение таких цепей описывают биквадратные уравнения, решение которых даёт четыре корня вместо двух для одиночной колебательной цепи. Отсюда и двухгорбая амплитудно-частотная характеристика. Степень её двухгорбости зависит от коэффициента связи между колебательными контурами, а сама связь может быть как магнитной, так и ёмкостной. В данном случае связь — непосредственная, обусловленная способом включения и разным волновым сопротивлением контуров C5L3 и WA1L1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Moog R.** Build the EM Theremin. — Electronic Musician, 1996, February, pp. 86—100. URL: — **http://www.cs.nmsu.edu/~rth/EMTheremin.pdf** (07.07.16).

(Окончание следует)

Гитарная приставка с хорус-эффектом

И. КАРПУНИН, г. Нижний Тагил Свердловской обл.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2016, № 10

Высокочастотный тактовый генератор

После регулировки LFO настраивают высокочастотный генератор (VCO), выполненный на микросхеме DA4 MN3102. На выводах 2 и 4 формируются противофазные импульсы прямоугольной формы (меандр), которыми тактируется линия задержки на микросхеме DA3.

Вначале ручки переменных резисторов R10 "Скорость" и R18 "Глубина" поворачивают против часовой стрелки до упора (движки в нижнем по схеме положении), что соответствует минимальной частоте генерации LFO и наименьшей девиации (изменению) частоты VCO. Контроль тактовой частоты выполняют на выводах 2, 4 DA4 или на выводах 2, 6 DA3. При этом измерении частота должна быть равна примерно 80 кГц, что соответствует времени задержки сигнала 6,5 мс. Если частота VCO отличается даже на ±5 кГц, но находится в интервале 75...85 кГц, разница в звучании эффекта не будет заметна на слух. Если же частота отличается более значительно, следует подбором конденсатора C13 (33 пФ) или резистора R22 (270 кОм) установить её оптимальное значение. Увеличение номинала любой из этих деталей приводит к снижению частоты VCO.

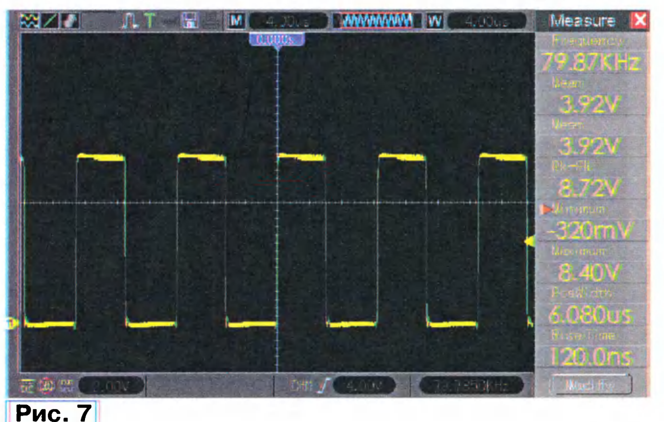


Рис. 7

Амплитуда импульсов VCO должна быть близка к напряжению V_{dd}. На контрольном экземпляре платы она была равна 8,72 В (**рис. 7**).

После того как частота VCO настроена, следует проверить диапазон её девиации под воздействием модулирующего сигнала LFO. Для этого, контролируя форму и частоту сигнала VCO осциллографом, плавно изменяют положение ручки регулятора R18 "Глубина" по часовой стрелке (движок к верхнему по схеме положению). "Гармошка" прямоугольных импульсов на экране осциллографа начнёт сжиматься и растягиваться с периодом сигнала LFO (1,25 с). В идеале, максимальный диапазон перестройки частоты VCO должен быть от 64 до 102,4 кГц (нижнее и верхнее значения частоты могут отличаться от указанных на ±5 кГц). На экране осциллографа это выглядит примерно так — **рис. 8**. Мгновенный снимок с экрана не может отразить динамический процесс во времени. Реальная ос-

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-89-00
РАДИО № 11, 2016

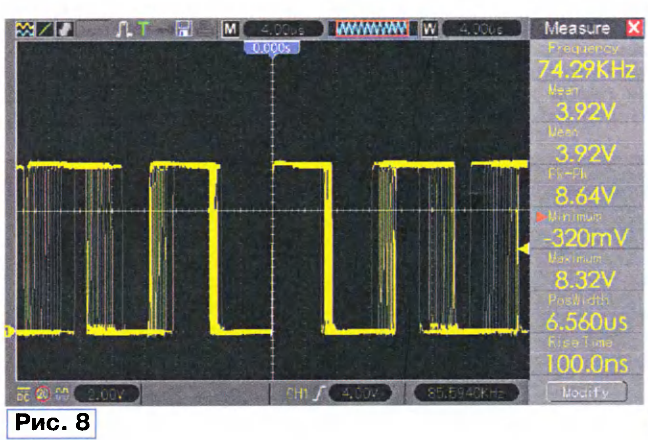


Рис. 8

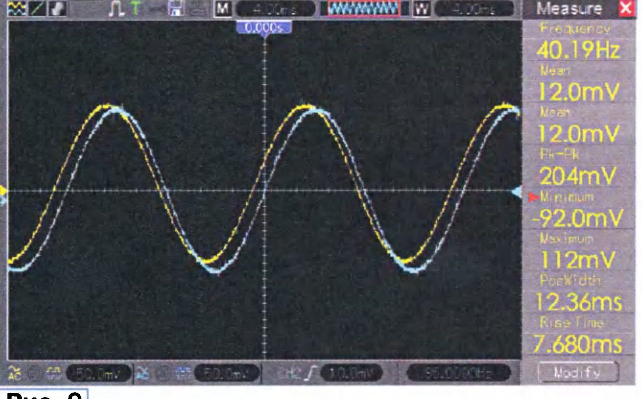


Рис. 9

циллограмма выглядит несколько иначе, и на ней гораздо лучше видны изменения периода сигнала VCO.

Измерить частоту VCO в режиме девиации довольно сложно, поэтому можно ориентироваться на ширину растяжки импульсов — самый "узкий" (короткий) импульс будет соответствовать верхнему значению частоты VCO, а самый "широкий" (длинный) — нижнему значению этой частоты. "Сжатый" импульс должен быть примерно в два раза уже (короче) "растянутого".

Налаживание звукового тракта

Теперь следует проверить и при необходимости настроить сигнальный тракт устройства. Делать это следует в режиме включённого эффекта при светящемся индикаторе. Если микросхемы установлены в панели, следует извлечь микросхему MN3207 и первую часть проверки и настройки выполнять без этой микросхемы и вращают регулятор частоты НЧ-генератора.

На осциллограммах, показанных на **рис. 9** и далее, синий луч — сигнал на входе устройства с постоянной амплитудой (100 мВ) во всей полосе звуковых частот, жёлтый луч — сигнал на выходе DA1.1. В ходе контрольных измерений чувствительность жёлтого канала изменялась так же, как изменялась и скорость горизонтальной развёртки.

В полосе частот от 50 до 500 Гц АЧХ должна быть практически линейной. На частотах 30...40 Гц допустим небольшой спад, а выше частоты 500 Гц начинается плавный подъём усиления, определяемый частотно-зависимой цепью C3R4 в цепи обратной связи ОУ DA1.1.

На частоте 1,2 кГц уровень сигнала на выходе DA1.1 должен увеличиться примерно до 200 мВ, на частоте 3,5 кГц выходной сигнал возрастёт уже до 400 мВ и далее — вплоть до частоты

В результате двойного преобразования АЧХ сквозного канала с практически линейной частотной характеристикой во всей полосе рабочих частот на выходном гнезде устройства должен присутствовать сигнал с практически линейной частотной характеристикой во всей полосе рабочих частот и с таким же уровнем, как и на входном гнезде. Уровень сигнала на выходе может отличаться от уровня на входе не более чем на ±2 дБ (от 160 до 250 мВ). Если уровень сигнала на выходе находится вне пределов этого интервала, следует скорректировать коэффициент передачи "чистого" канала подбором резистора R13 (22 кОм), увеличение сопротивления которого уменьшает коэффициент передачи канала, и наоборот.

Налаживание режима работы линии задержки

Заключительным этапом налаживания НЧ-тракта является балансировка

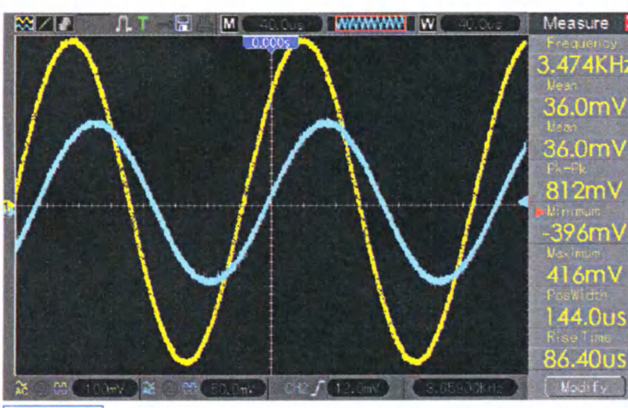


Рис. 10

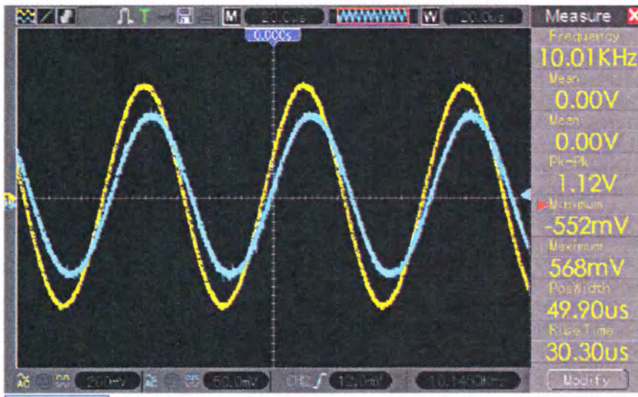


Рис. 11

неё. Если микросхема впаяна в плату, желательно отпаять один из выводов R35 для того, чтобы исключить влияние канала задержки на характеристики "чистого" канала.

С НЧ-генератора на вход устройства подают синусоидальный сигнал частотой 500 Гц и амплитудой 100 мВ. Контроль выполняют осциллографом с "закрытым" входом, исключающим постоянную составляющую сигнала.

Первым делом снимают АЧХ входного усилителя на DA1.1. Для этого щуп осциллографа подключают к выводу 1

10 кГц, после чего АЧХ снова близка к линейной, вплоть до самых верхних частот (50...70 кГц). На **рис. 10** и **рис. 11** показаны осциллограммы сигналов на частотах 3,5 и 10 кГц.

Предварительная коррекция АЧХ с подъёмом ВЧ позволяет расширить динамический диапазон устройства в целом и снизить шумы на его выходе. Но для получения линейной АЧХ сквозного канала требуется обратное преобразование АЧХ (со спадом ВЧ). Эта операция выполняется вторым ОУ на DA1.2 с другой характеристикой ОС.

выходов линии задержки и подстройка режима её работы по постоянному току. Перед этим вставляют микросхему MN3207 в панель (или припаивают вывод R35, если он был выпаян перед налаживанием НЧ-тракта).

На вход устройства подают сигнал частотой 200 Гц с амплитудой около 500 мВ. Кнопка обхода — в положении включённого эффекта (индикатор светится). Вход осциллографа — "закрытый", скорость горизонтальной развёртки — примерно 0,8 мс/дел. Щуп осциллографа подключают к среднему

тел. 607-89-00
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

выводу подстроечного резистора R28 и плавным вращением его движка балансируют сигналы обоих выходов линии задержки (выводы 7 и 8 DA3). При балансировке "ступеньки", формирующие выходной сигнал в этой точке, будут изменять свою амплитуду. Необходимо сделать разницу в уровнях соседних ступенек минимально возможной. На острые "иголки", которыми покрыт весь сигнал, не нужно обращать внимания, эти артефакты — следствие работы линии задержки, они будут отфильтрованы ФНЧ на VT3. Сигнал в этой контрольной точке должен выглядеть, как на **рис. 12**.

Затем нужно увеличить скорость развёртки осциллографа примерно до 4 мкс/дел. На быстрой развёртке гораздо удобнее контролировать разницу в высоте соседних ступенек. При необходимости следует повторить балансировку плавным вращением движка R28, добиваясь одинакового уровня соседних ступенек, как изображено на **рис. 13**.

Осталось подстроить режим линии задержки по постоянному току. Снова устанавливают скорость развёртки 0,8 мс/дел и начинают плавно увеличивать уровень сигнала на входе, постоянно контролируя форму сигнала на среднем выводе подстроечного резистора R28. В какой-то момент возникнет асимметрия сигнала (ограничение верхней или нижней полуволны) в контролируемой точке. Поворотом движка подстроечного резистора R15 это ограничение следует устранить, после чего снова немного увеличивают уровень сигнала на входе устройства до возникновения ограничения одной из полуволн сигнала в точке контроля.

Эти действия повторяют несколько раз, добиваясь симметричного ограничения сигнала при максимальных уровнях сигнала на входе устройства. На осциллограмме, показанной на **рис. 14**,

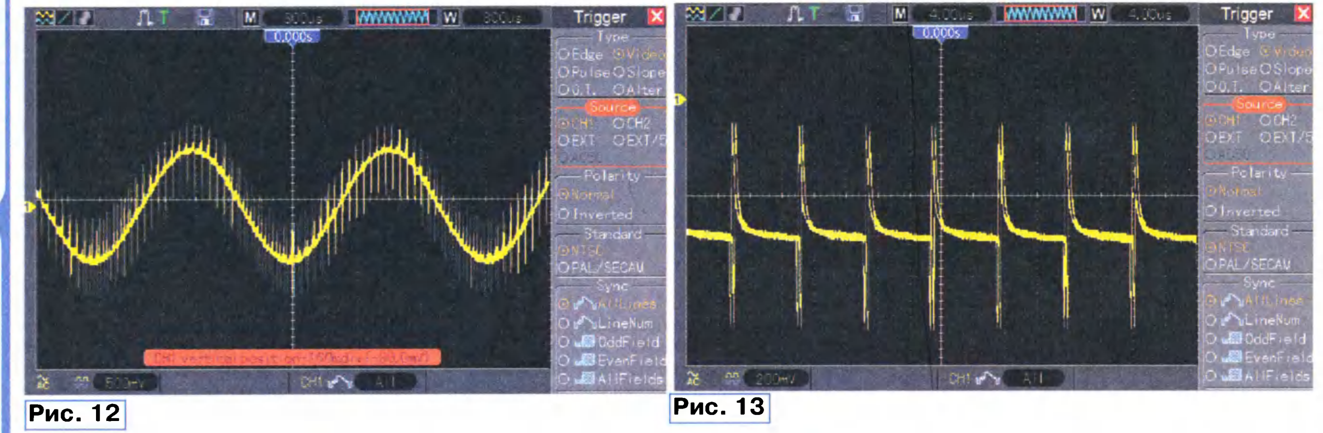


Рис. 12

Рис. 13

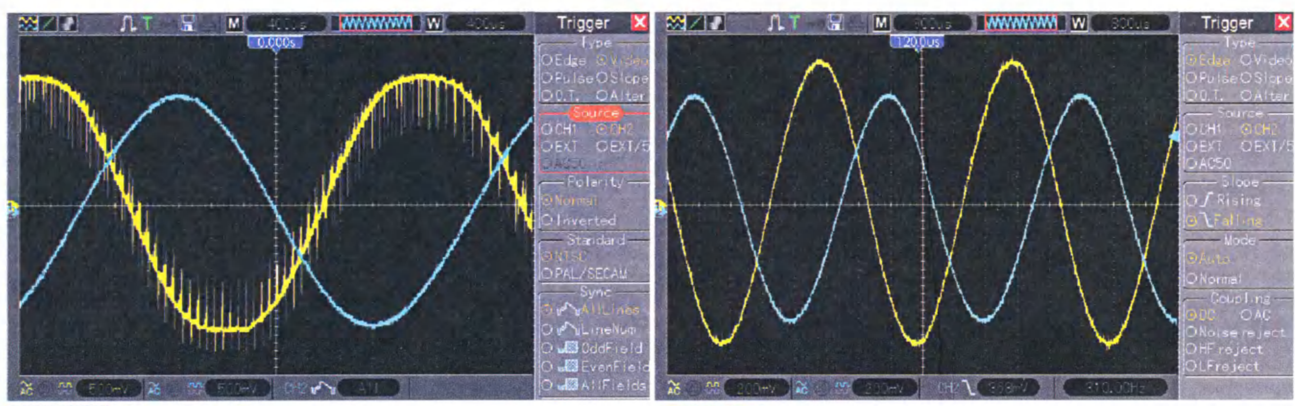


Рис. 14

Рис. 15

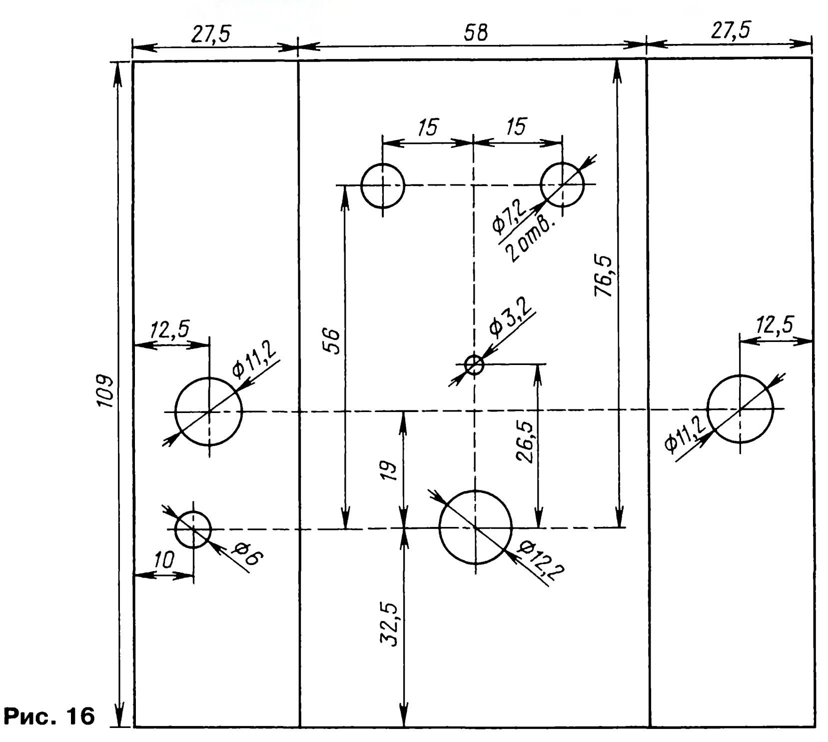


Рис. 16

синий луч — сигнал на входе устройства, жёлтый луч — сигнал в контролируемой точке после окончательной подстройки режима по постоянному току.

Из этой осциллограммы видно, что заметное на глаз ограничение синусоидального сигнала (КНИ около 5...10 %) наступает при амплитуде входного сигнала более 1 В; это очень хороший показатель для микросхемы MN3207. При меньших уровнях входного сигнала КНИ снижается до уровня 1...2 %.

Далее проверяют качество фильтрации сигнала ФНЧ на транзисторе VT3. Уровень входного сигнала уменьшают до 500 мВ, щуп осциллографа подключают к эмиттеру транзистора VT3 и наблюдают отфильтрованный сигнал (**рис. 15**). Ещё чище сигнал будет на выходном гнезде устройства за счёт дополнительной фильтрации шумов каскадом на ОУ DA1.2 с частотно-зависимой ОС.

Сдвиг фаз входного и выходного сигналов на приведённых выше осциллограммах обусловлен задержкой сигнала микросхемой MN3207. Кстати, на реальном приборе фаза выходного сигнала всегда будет "плавать" из-за девиации тактовой частоты под воздействием сигнала LFO. При этом более высокочастотный входной сигнал (на частотах выше 500...800 Гц) будет ещё изменять и амплитуду, но это можно видеть только в динамике.

После проведения описанных регулировок приставка имеет характеристики, приведённые в начале статьи.

Полосу верхних частот устройства можно ограничить на уровне 10...15 кГц, установив на плату конденсатор C1 и подобрав его ёмкость в пределах 270...1000 пФ. Увеличением ёмкости конденсатора C13 можно увеличить время задержки до 8...16 мс. Такие изменения будут предпочтительнее для бас-гитары.

Корпус устройства

Плата устройства предназначена для установки в алюминиевый корпус Gainta G0124. На **рис. 16** показан чертёж корпуса с разметкой сверловки отверстий.

В связи с тем, что боковые стенки корпуса расположены под небольшим углом, возможно, придётся до установки сигнальных разъёмов (под "джек" типоразмера 6,3 мм) доработать их торцевые поверхности — спилить их плоским напильником, как показано на **рис. 17**. После этого плата установится в корпус точно на своё место, плотно и без всяких зазоров.

Выходное гнездо условно не показано
1мм
Гнездо питания
Входное гнездо
1мм
Печатная плата

Рис. 17

Depth
Rate
Check
Output
Input
Chorus ESC-5M
DC 9V
On / Off
ELUR K-IV
Hand made in RF

Рис. 18

С внутренней стороны корпуса, рядом с отверстиями под установку переменных резисторов, необходимо по месту сделать глухие выборки диаметром 2,5...3 мм сверлом или пальчиковой фрезой для фиксирующих выступов на корпусах резисторов. Эти углубления предотвратят их проворачивание при затягивании крепёжных гаек и в ходе эксплуатации. Эту операцию следует выполнять максимально осторожно, так как толщина верхней стенки корпуса не более 2,5 мм.

В конструкции использованы стандартное гнездо питания размерами 5,5×2,1 мм, входное и выходное гнёзда — Neutrik NYS-215, а также стандартная кнопка 3PDT с фиксацией нажатия и тремя группами переключаемых контактов.

Плата в корпусе фиксируется крепёжными гайками кнопки обхода и сигнальных разъёмов. Гальваническую батарею размещают между кнопкой обхода и узкой боковой стенкой корпуса. Батарею соединяют с платой гибким двухпроводным кабелем со стандартным разъёмом и прижимают нижней крышкой корпуса через упругую прокладку из пористой резины.

Опоры для корпуса можно изготовить из жёсткой резины и приклеить их к нижней крышке корпуса клеем "Момент" или применить подходящие готовые. В этом случае нужно исключить электрический контакт между винтами крепления опор и печатной платой.

Выбор ручек для переменных резисторов довольно широк, и каждый сможет подобрать их, руководствуясь собственными требованиями.

На **рис. 18** показан один из авторских вариантов оформления надписей на корпусе. Этикетку можно нарисовать свою и нанести на корпус устройства методом шелкографии или просто приклеить картинку, напечатанную струйным принтером на прозрачной плёнке-самоклейке.

На фото **рис. 19** показано устройство в собранном виде, но до покраски корпуса и наклейки этикетки.



Рис. 19

Пропорциональное управление вентилятором охлаждения двигателя автомобиля

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Предлагаемое устройство позволяет перейти от релейного принципа управления вентилятором системы охлаждения двигателя "температура выше нормы — включён, ниже нормы — выключен" к более, по мнению автора, благоприятному для двигателя пропорциональному управлению. Теперь с ростом температуры охлаждающей жидкости частота вращения ротора вентилятора линейно увеличивается.

Сегодня во многих автомобильных двигателях вентилятор охлаждения имеет электрический привод, но управляют им в большинстве случаев по релейному принципу. Такое управление имеет только одно достоинство — простоту реализации. Достаточно иметь датчик температуры с контактным выходом, непосредственно или через промежуточное реле управляющий электродвигателем вентилятора.

Основной недостаток этого метода — резкое снижение температуры охлаждающей жидкости на выходе радиатора после включения вентилятора. Работающий на полную мощность вентилятор понижает температуру охлаждающей жидкости на выходе радиатора на 15...25 °С и более. Поступая в рубашку охлаждения двигателя, существенно охлаждённая жидкость наносит термоудар по горячим поверхностям, что негативно сказывается на работе двигателя. Для его комфортной работы температуру охлаждающей жидкости желательно поддерживать близкой к оптимальной, рекомендуемой заводом-изготовителем, а резкие скачки температуры (термоудары) должны быть исключены в принципе.

На части автомобилей, имеющих механический привод вентилятора охлаждения, это достигнуто соединением вентилятора с коленчатым валом двигателя через вискомуфту. Она изменяет передаваемый на вал вентилятора крутящий момент в зависимости от температуры охлаждающей жидкости. Это стабилизирует температурный режим.

Предлагаемое устройство представляет собой электронный аналог вискомуфты для вентилятора с электрическим приводом. Оно автоматически регулирует частоту его вращения в зависимости от температуры охлаждающей жидкости.

Устройство работает от бортсети автомобиля при напряжении в ней 10...18 В и может управлять вентилятором с максимальным потребляемым током до 20 А или до 30 А при условии увеличения площади теплоотвода силовых элементов. Собственное потребление тока устройством не превышает нескольких миллиампер. Значения температуры включения вентилятора с минимальной частотой вращения и температуры, при которой частота вращения вентилятора достигает максимума, задают с дискретностью 0,1 °С при программировании микроконтроллера.

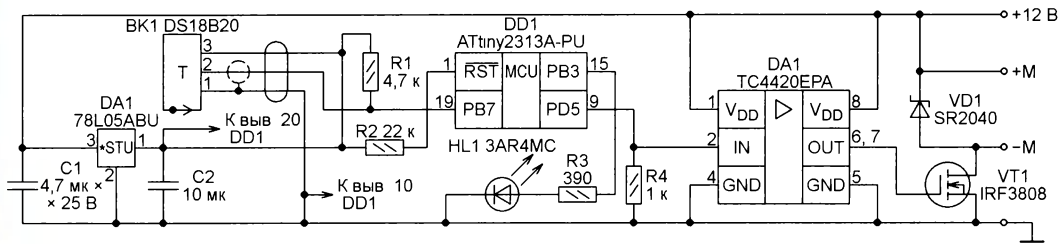


Рис. 1

При отказе датчика температуры охлаждающей жидкости устройство переходит в аварийный режим, позволяющий безопасно для двигателя доехать до ремонтной мастерской.

Схема устройства изображена на **рис. 1**. Измеряет температуру цифровой датчик DS18B20 (ВК1). Применение этого датчика позволяет отказаться от калибровки изготовленного устройства и улучшает его повторяемость.

Информацию о температуре считывает с датчика микроконтроллер ATtiny2313A-PU (DD1), который тактируется импульсами частотой 1 МГц от внутреннего RC-генератора. Пропорционально температуре он регулирует напряжение питания двигателя вентилятора и, следовательно, частоту вращения его ротора. На двигатель поступает импульсное напряжение, постоянная составляющая которого, определяющая частоту вращения, зависит от коэффициента заполнения (отношения длительности импульсов к периоду их повторения). Коэффициент заполнения программа задаёт восьмиразрядными двоичными числами, загружаемыми в регистр сравнения работающего в режиме ШИМ таймера микроконтроллера.

Сформированные микроконтроллером импульсы управляют работой силового ключа на полевом транзисторе VT1, замыкающего и размыкающего цепь питания двигателя вентилятора от бортовой сети автомобиля. При этом постоянная составляющая приложенного к двигателю напряжения равна

$$U = U_0 \frac{N}{255},$$

где U_0 — напряжение в бортсети, В; N — число, загруженное в регистр микроконтроллера. Её можно изменять с шагом

$$\Delta U = \frac{U_0}{255}.$$

При напряжении в бортсети 12 В $\Delta U \approx 0,05$ В, что позволяет регулировать частоту вращения вентилятора практически плавно.

Для обеспечения надёжной работы ключевого транзистора VT1 в переходных режимах микроконтроллер управляет им через драйвер TC4420EPA (DA1). Современные полевые транзисторы, имея очень малое сопротивление открытого канала (единицы миллиом), способны коммутировать значительный ток даже без применения теплоотвода. Однако большая входная ёмкость полевого транзистора, доходящая у мощных приборов до нескольких тысяч пикофарад, в процессе его переключения заряжается и разряжается. Это занимает тем больше времени, чем больше выходное сопротивление источника управляющего сигнала.

Плохо то, что в процессе перезарядки ёмкости полевой транзистор находится в активном режиме и сопротивление его канала довольно велико. Поэтому за время переключения в кристалле транзистора выделяется значительная мощность, что может привести к его перегреву и необратимому повреждению. Единственный способ борьбы с этим явлением — ускорение процесса перезарядки. Для этого полевыми транзисторами управляют через специализированные усилители (драйверы), имеющие низкое выходное сопротивление и обеспечивающие большой (до нескольких ампер) импульсный зарядно-разрядный ток. Это обеспечивает быструю перезарядку входной ёмкости полевого транзистора и, следовательно, минимизирует продолжительность его работы в активном режиме и снижает рассеиваемую на нём мощность.

Резистор R4 поддерживает на входе драйвера низкий логический уровень напряжения во время запуска микроконтроллера, пока все его выходы остаются в высокоимпедансном состоянии. Это исключает ненужное в это время открывание транзистора VT1. Диод VD1 устраняет импульсы ЭДС самоиндукции, возникающие в обмотках двигателя вентилятора в моменты закрывания транзистора VT1.

Во время работы программа микроконтроллера постоянно следит за наличием и работоспособностью датчика температуры. Если связи с ним нет, она переходит в аварийный режим работы. В этом режиме независимо от температуры охлаждающей жидкости вентилятор на 33 с будет включён на полную мощность, а затем на такое же время выключен. Конечно, это далеко не оптимальный вариант охлаждения двигателя, но он предотвращает его полный отказ в отсутствие охлаждения. О переходе в аварийный режим сигнализирует включение светодиода HL1. Если нарушение связи с датчиком было временным, после её восстановления устройство переходит в нормальный режим работы.

В программу микроконтроллера для управления вентилятором заложены в виде констант следующие исходные данные:

— T_{min} = 87 — температура охлаждающей жидкости, °C, при которой вентилятор должен начинать работать с минимальной частотой вращения;

— T_{max} = 92 — температура охлаждающей жидкости, °C, при которой частота вращения вентилятора должна достичь максимального значения;

— N1 = 70 — значение загружаемого в регистр сравнения таймера кода, обеспечивающее вращение ротора вентилятора с минимальной частотой.

Как известно, промышленные датчики, предназначенные для управления работой вентиляторов охлаждения, имеют два основных параметра — температуру включения и температуру выключения. Их и следует выбрать в качестве T_{max} и T_{min}. Значение N1 нужно задать таким, при котором постоянная составляющая напряжения на двигателе вентилятора равна напряжению его трогания $U_{тр}$.

Проблема в том, что напряжение трогания не принято указывать в технических данных вентиляторов, поэтому найти в литературе или в документации значение этого параметра автору не удалось. Его пришлось определять экспериментально. Методика проста — подавая напряжение на двигатель, найти его значение, при котором вал начнёт медленно (оборот за одну-две секунды), но устойчиво вращаться. Для большинства двигателей постоянного тока с номинальным напряжением питания 12 В напряжение трогания лежит в пределах 3...5 В.

При запуске программы микроконтроллер на основании значений T_{max}, T_{min} и N1 рассчитывает D_n — требуемую крутизну зависимости значения загружаемого регистр сравнения таймера кода от температуры:

$$D_n = \frac{255 - N1}{T_{max} - T_{min}}.$$

Затем начинается главный цикл программы. Прежде всего, происходит проверка связи с датчиком температуры, а при её отсутствии — переход в аварийный режим работы. Такую проверку программа выполняет каждую секунду. Если очередная проверка показывает, что датчик работает, восстанавливается нормальный режим работы.

Когда датчик исправен, он измеряет текущую температуру охлаждающей жидкости T. Если она ниже T_{min}, программа выключает вентилятор, в противном случае вычисляет требуемое значение управляющего кода по формуле

$$N = (T - T_{min}) \cdot Dn + N1.$$

Пропорционально ему будут установлены коэффициент заполнения питающего двигатель напряжения и, следовательно, частота вращения его ротора. В результате температура охлаждающей жидкости при неизменной нагрузке на двигатель поддерживается постоянной. При переменной нагрузке температура колеблется в небольших пределах внутри интервала $T_{min}...T_{max}$.

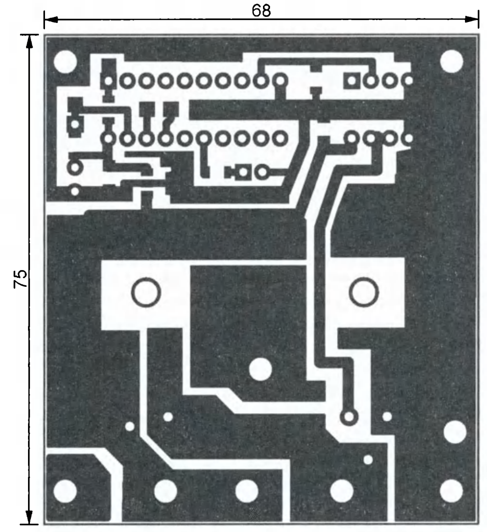


Рис. 2

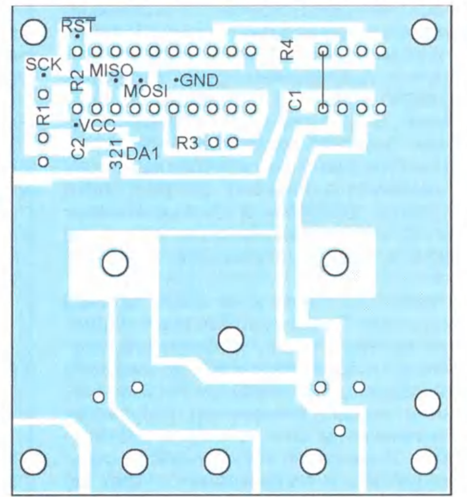
Микросхемы впаяны непосредственно в плату без панелей, применение которых в условиях повышенной вибрации нежелательно. На плате имеются не показанные на схеме контактные площадки SCK, RST, VCC, MISO, MOSI, GND, к которым на время программирования микроконтроллера припаивают одноимённые провода от программатора. При этом плату и программатор во время программирования следует питать напряжением +5 В (VCC) от одного источника.

Плата рассчитана на установку резисторов и конденсаторов типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Диод SR2040 (URL: **http://files.rct.ru/pdf/diode/5261755198365.pdf** (27.06.16)) — в двухвыводном корпусе TO220AC. Вместе с транзистором IRF3808 он закреплён с применением теплопроводной пасты на общем теплоотводе с площадью охлаждающей поверхности около 60 см^2.

Принцип крепления транзистора 5 или диода к теплоотводу 1 и всего узла к печатной плате 2 показан на **рис. 4**. Диод изолирован от теплоотвода слюдяной прокладкой, а от крепящего винта 4 и металлической втулки 3 — изоляционной втулкой (изолирующие элементы на рисунке не показаны). Между корпусами диода и транзистора находится третья точка крепления теплоотвода к плате. Здесь он также закреплён винтом и втулкой.

Все печатные проводники платы, по которым течёт ток двигателя вентилятора, должны быть покрыты слоем припоя толщиной не менее 0,7...1 мм, а сечение подводящих проводов должно обеспечивать пропускание этого тока.

Светодиод HL1 целесообразно вынести в салон автомобиля, чтобы водитель имел оперативную информацию о текущем режиме работы устройства.



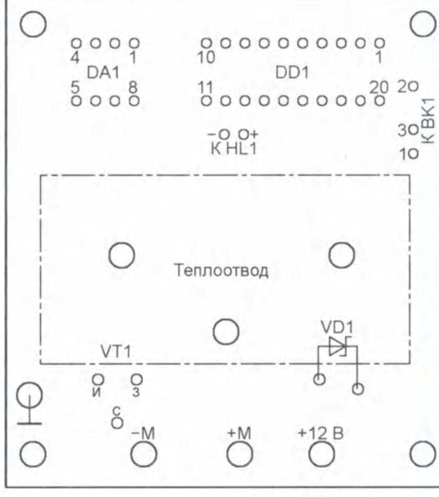


Рис. 3

Все детали устройства, за исключением датчика ВК1 и светодиода HL1, размещены на печатной плате размерами 58×65 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**, а расположение элементов — на **рис. 3**.

Датчик DS18B20 (ВК1) следует поместить в корпус от штатного контактного датчика температуры охлаждающей жидкости, из которого предварительно следует удалить всю "начинку". Такой корпус можно и выточить из латуни

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

с сохранением габаритных и присоединительных размеров. Размещение датчика DS18B20 в корпусе показано на **рис. 5**. Датчик 4 с припаянным к его выводам разъёмом 1 помещают в полость корпуса 3 так, чтобы его верхушка, на которую нанесён слой теплопроводной пасты 5, касалась дна полости. После этого полость заливают термостойким герметиком 2.

Разъём 1 должен иметь антикоррозийное покрытие контактов, быть брызгозащищённым, надёжно фиксировать ответную часть, не допуская её отстыковки под действием вибрации. Подготовленный датчик устанавливают на место штатного.

Собранная плата помещена в корпус подходящих размеров, который размещён в моторном отсеке автомобиля. В корпусе предусмотрены вентиляционные отверстия.

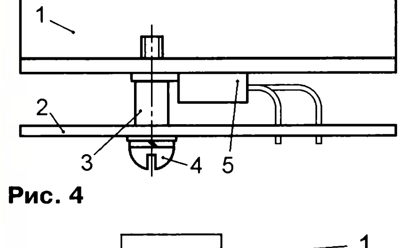


Рис. 4

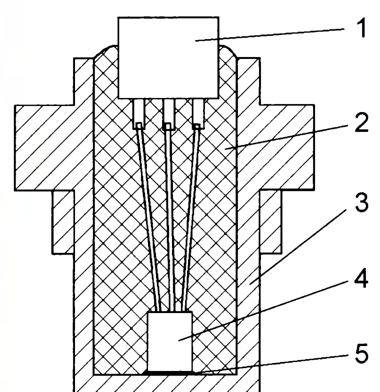


Рис. 5

Микроконтроллер ATtiny2313A может быть заменён другим семейства AVR, имеющим как минимум один 8-разрядный и один 16-разрядный таймер и не менее 2 Кбайт программной памяти. Естественно, замена микроконтроллера потребует перекомпиляции программы и, возможно, изменения топологии печатной платы.

Вместо неинвертирующего драйвера нижнего плеча TC4420EPA можно использовать другой подобный, например, MAX4420EPA.

Диод с барьером Шотки SR2040 можно заменить аналогичным с допустимым обратным напряжением не менее 25 В и допустимым прямым током не менее рабочего тока вентилятора. Однако диоды Шотки с обратным напряжением более 40 В применять не рекомендуется, так как большее прямое падение напряжения на таком диоде приведёт к возрастанию тепловыделения.

Замену полевому транзистору IRF3808 с изолированным затвором и каналом n-типа следует подбирать с допустимым постоянным током стока при температуре 100 °C в 2,5...3 раза больше рабочего тока вентилятора и с сопротивлением открытого канала при рабочем токе вентилятора до 20 А — не более 10 мОм, а 20...30 А — не более 7 мОм. Допустимое напряжение сток—исток должно быть не менее 25 В, а затвор—исток — не менее 20 В.

Правильно собранное из исправных деталей устройство потребует налаживание только в том случае, если исходные данные в прилагаемом варианте программы, о которых было сказано ранее, не соответствуют требуемым. В этом случае их нужно откорректировать в исходном тексте программы, заново откомпилировать его в среде разработки Bascom AVR и загрузить в память микроконтроллера вместо приложенного к статье файла Cooler-test.hex полученный HEX-файл.

Если напряжение трогания двигателя вентилятора неизвестно, его можно определить экспериментально. Для этого в память микроконтроллера вместо рабочей программы нужно загрузить разработанную мной отладочную программу. В приложенном к статье файле Cooler-test.hex содержатся её коды. Конфигурацию микроконтроллера программируют одинаково для рабочей и тестовой программ в соответствии с **рис. 6**, где показано окно установки конфигурации программатора AVRISP mkII.

Через 3 с после включения питания программа Cooler-test начинает управлять вентилятором, постепенно увеличивая от 55 до 95 шагами по 5 единиц код, задающий коэффициент заполнения питающего вентилятор импульсного напряжения. Это примерно соответствует изменению постоянной составляющей этого напряжения от трёх до пяти вольт. Длительность каждой ступени — 10 с, в течение которых вентилятор и светодиод HL1 включены, и пауза длительностью 5 с, в течение которой напряжение с вентилятора снято, а светодиод погашен. Об окончании работы программы сигнализирует серия из пяти коротких вспышек светодиода.

Fuse	Value
SELFPRGEN	☐
DWEN	☐
EESAVE	☑
SPIEN	☑
WDTON	☐
BODLEVEL	Brown-out detection disabled
RSTDISBL	☐
CKDIV8	☑
CKOUT	☐
SUT_CKSEL	Int. RC Osc. 8 MHz; Start-up time: 14 CK + 4.1 ms

EXTENDED	0xFF
HIGH	0x9F
LOW	0x54

Рис. 6

Наблюдая за светодиодом, несложно определить, на какой ступени вентилятор начал вращаться, и определить значение N1, которое следует записать в основную программу.

Работу устройства в аварийном режиме проверяют, отключив разъём от датчика температуры. При этом вентилятор должен включиться и работать на полную мощность в прерывистом режиме (33 с — работа, 33 с — пауза). Светодиод HL1 при этом должен светиться. Его желаемую яркость устанавливают подборкой резистора R3.

***От редакции**. Программы микроконтроллера находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/fan.zip** на нашем FTP-сервере.*

Питание электромагнитного реле пониженным напряжением

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Напряжение питания радиолюбительских устройств с годами становится всё меньше и меньше. Кроме того, широкое распространение получили различные устройства на микроконтроллерах и цифровых микросхемах, напряжение питания которых тоже неуклонно снижается, и напряжение 5 В уже кажется большим. Но построение устройств с таким напряжением питания иногда приводит к затруднениям. В частности, если необходимо коммутировать сетевое напряжение, в некоторых случаях целесообразно применить электромагнитное реле. Но реле с номинальным напряжением 3...5 В встречаются гораздо реже, чем с напряжением 12 В. В то же время известно, что ток (и соответственно напряжение), при котором реле отпускает, в несколько раз меньше тока (напряжения) срабатывания. Кроме того, реле в большинстве случаев уверенно срабатывают при напряжении на 20...40 % меньше номинального. Если поставить вопрос немного по-другому, то надо заставить реле сработать при пониженном напряжении, при котором оно будет надёжно удерживать контакты в замкнутом (или разомкнутом) состоянии. Кроме того, питание реле пониженным напряжением существенно повышает экономичность всего устройства.

Схем устройств, обеспечивающих срабатывание реле при пониженном напряжении, много в различных печатных источниках [1, 2], в том числе и запатентованых [3], а также и на просторах Интернета [4, 5]. Аналогичные устройства применяют и для уменьшения времени срабатывания реле при питании их номинальным напряжением [6]. Принцип работы большинства таких устройств основан на том, что в них применён накопительный конденсатор, который в момент коммутации подключается последовательно с источником питания, в результате чего суммарное напряжение удваивается и реле надёжно срабатывает. После разрядки конденсатора реле питается примерно вдвое меньшим напряжением, соответственно потребляя меньший ток.

Схема ещё одного варианта такого устройства показана на **рис. 1**. С его помощью можно запитать реле напряжением, примерно вдвое меньшим номинального, или при номинальном напряжении питания включить последовательно не одно, а два реле. Для коммутации здесь применены полевые транзисторы, поэтому в качестве источника управляющего сигнала можно применить маломощный узел (микроконтроллер, логическую микросхему и т. д.), не обеспечивающий требуемого для коммутации реле тока. После подачи питающего напряжения через обмотку реле и диоды конденсатор C1 заряжается практически до напряжения питания. Происходит это быстро, поскольку сопротивление обмотки реле, как правило, невелико. Само реле, как правило, не срабатывает. После подачи сигнала управления оба транзистора открываются. При этом плюсовой вывод конденсатора C1 оказывается соединён с общим проводом, а минусовый — с обмоткой реле. К обмотке будет приложено напряжение около 10 В, и реле сработает. После разрядки конденсатора реле будет питаться напряжением чуть меньше 5 В.

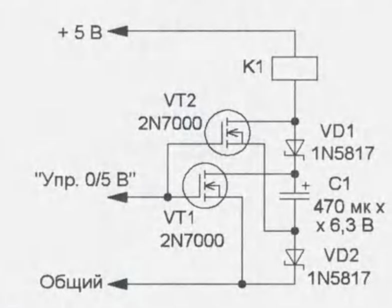
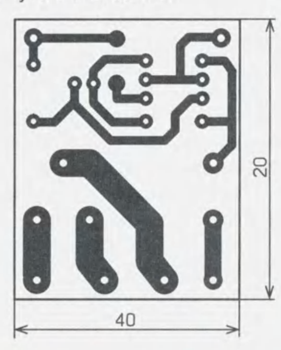
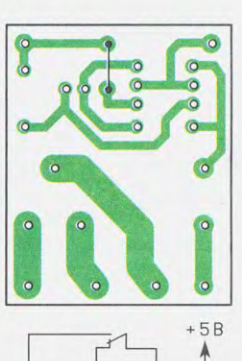


Рис. 1





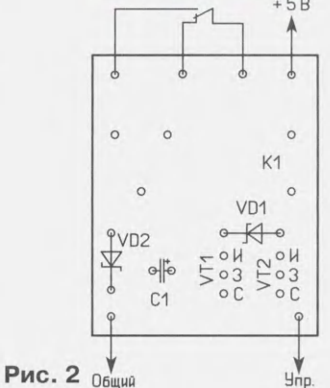


Рис. 2

В качестве примера было испытано реле MZP A 001 46. По паспорту у него минимальное напряжение питания — 8,99, максимальное — 22,5 В, его один переключающий контакт рассчитан на коммутацию нагрузки с сетевым питанием, сопротивление обмотки — 450 Ом. Реальные измерения показали, что это реле срабатывает при напряжении около 6,5 В, а отпускает при 1,5 В.

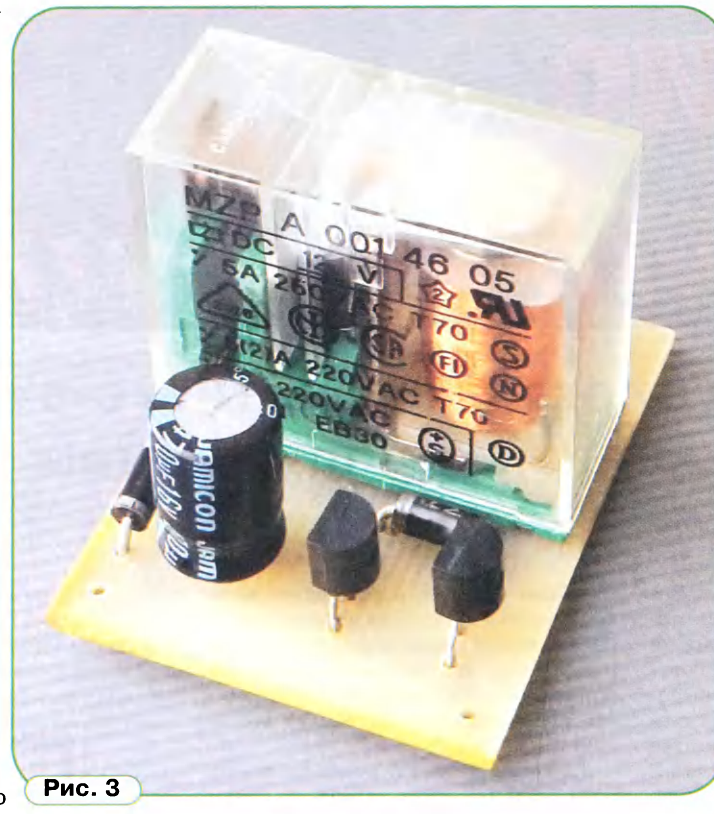


Рис. 3

Ёмкость конденсатора должна быть достаточной для срабатывания реле. Согласно паспорту, время срабатывания указанного реле при номинальном напряжении питания — не более 10 мс, а постоянная времени обмотки реле совместно с конденсатором — около 200 мс. Это обеспечит его уверенное срабатывание. Диод, который обычно устанавливают параллельно катушке реле, защищающий коммутирующий элемент (в данном случае полевой транзистор) от ЭДС самоиндукции при прекращении тока через обмотку, в данном случае не нужен. Когда транзисторы закрываются, возникающий при этом в обмотке ток через диоды будет заряжать конденсатор. Применены диоды Шотки, поскольку падение на них меньше, чем на обычных кремниевых. Все элементы можно разместить на плате основного устройства или на отдельной односторонней плате, чертёж которой показан на **рис. 2**, а внешний вид — на **рис. 3**. В этом устройстве реле уверенно срабатывало при снижении напряжения до 4,2 В.

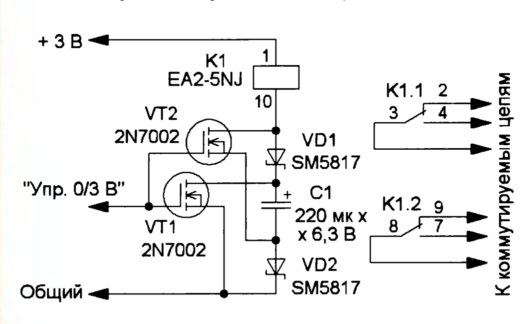
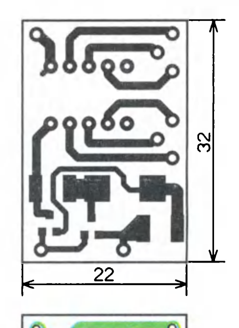
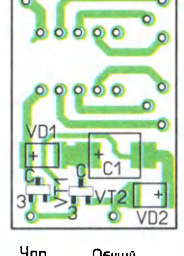


Рис. 4

Если напряжение питания основного устройства 3...3,3 В, совместно с ним можно применить реле с номинальным напряжением 5 В. Была проверена работоспособность малогабаритного реле EA2-5NJ, у которого две группы контактов на переключение, сопротивление обмотки — 180 Ом, а максимальное коммутируемое переменное напряжение — 250 В. Реле срабатывало при напряжении 3,6 В, а отпускало при 0,7 В.

Если применить элементы для поверхностного монтажа (**рис. 4**), размеры устройства будут отличаться от габаритных размеров реле незначительно. Для указанных на схеме элементов (конденсатор — танталовый для поверхностного монтажа типоразмера D). Возможный чертёж печатной платы показан на **рис. 5**. В этом устройстве реле надёжно срабатывало при напряжении питания 2,5 В. В устройстве желательно применить транзисторы с напряжением открывания не более 1,5...2 В. Но следует учесть, что особенность этого реле — определённая полярность напряжения питания, подаваемого на обмотку. Если её не соблюдать, реле работать не будет.





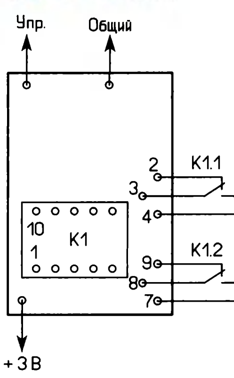


Рис. 5

Не следует также забывать о защите полевых транзисторов от пробоя статическим электричеством. Для этого на период транспортировки или хранения вход соединяют с общим проводом отрезком неизолированного провода. И, конечно же, надо предварительно проверить, при каких напряжениях реле срабатывает и отпускает. Кроме того, при пониженном напряжении (вблизи напряжения отпускания) усилие, прикладываемое к контактам реле, уменьшается, что может привести к увеличению переходного сопротивления контактной группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Прокопцев Ю.** Включение реле при пониженном напряжении. — Радио, 1971, № 1, с. 43.

2. **Graiam R**. Схема включения реле пониженным напряжением. — Elektor Electronics, July 1999, p.88.

3. Устройство для включения реле при пониженном напряжении питания. Авторское свидетельство СССР № 1501188, кл. H 01 H 47/32, 1982.

4. How to use 24V-relay with 12V-Vcc. — URL: **http://www.intio.or.jp/jf10zl/24vr.htm** (23.08.16).

5. How to drive 24 volts relay with 8 volts battery. — URL: **http://www.intio.or.jp/jf10zl/8vrelay.htm** (23.08.16).

6. За рубежом. Уменьшение времени срабатывания реле. — Радио, 2007, № 1, с. 72.

Доработка "USB-выброса"

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

При реставрации старых персональных компьютеров (ПК) часто приходится сталкиваться с тем, что имеющиеся на их системных платах интегрированные USB-порты не способны обеспечить питанием многие современные устройства, например, внешние жёсткие диски и устройства чтения/записи компактдисков, планшетные сканеры, игровые джойстики. Чтобы старый ПК мог работать с аппаратами, кратковременно или постоянно потребляющими от USB-порта ток 100...1000 мА, можно переделать так называемый "USB-выброс" — стандартную планку с двумя USB-разъёмами, с помощью которых обычно увеличивают число USB-портов в системном блоке ПК.

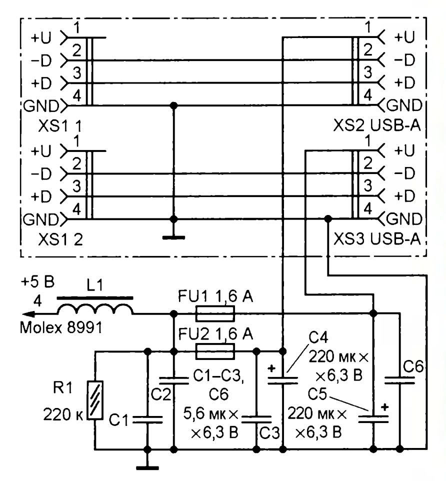


Рис. 1

Старые ПК часто используют сегодня для обучения, для экспериментов с сомнительным или самодельным оборудованием, для работы старого ПО и старых периферийных устройств, которые могут не работать с современными ПК. В описываемых ниже опытах участвовал ПК с популярной в начале текущего века системной платой на базе комплекта логики VIA KT133 для процессоров AMD socket-"A". При подключении к его любому USB-порту внешнего жёсткого диска 2,5" последний примерно каждую секунду делал безуспешные попытки стартовать, издавая звуковой сигнал. При этом напряжение в момент пуска двигателя шпинделя падало до 4 В (потребляемый ток — около 0,8 А при старте и от 0,4 А при дальнейшей работе), после чего контроллер жёсткого диска отключал питание двигателя, раздавался свист, напряжение питания на контактах USB-разъёма повышалось до 5 В и жёсткий диск делал новую попытку стартовать...

Перед дальнейшими действиями следует убедиться в исправности блока питания (БП) ПК. В старых БП часто необходима замена оксидных конденсаторов в цепях +5VSB и +5V. Они могут иметь такие дефекты, как пониженная ёмкость, повышенное ЭПС и большой ток утечки. Взамен неисправных или подозрительных желательно установить конденсаторы ёмкостью, в 2...4 раза большей, с номинальным напряжением 10 В (вместо 6,3 В).

Если БП исправен, то причинами сильного снижения напряжения на контактах USB-разъёмов могут быть срабатывание активной или пассивной защиты, имеющейся в системной плате, малое сечение и (или) большая длина печатных проводников, соединяющих

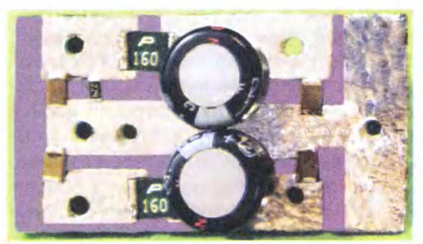


Рис. 2

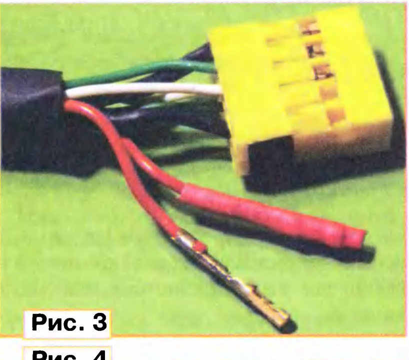


Рис. 3



Рис. 4

источник питания с контактами, некорректная установка перемычек, определяющих, каким способом будет поступать напряжение питания +5 В на периферийные устройства. Этот недостаток с нехваткой питания можно легко устранить, используя внешний USB-концентратор, к которому подключён внешний блок питания [1]. Однако не всегда такой вариант доступен или удобен. Поэтому было принято решение доработать планку с USB-розетками так, чтобы напряжение питания на USB-порты поступало напрямую с компьютерного БП, минуя системную плату.

Схема такой доработки показана на **рис. 1**. Здесь XS1.1 и XS1.2 — части USB-разъёма на системной плате ПК. Напряжение +5 В поступает на соответствующие контакты USB-розеток XS2, XS3 через дроссель L1 и полимерные самовосстанавливающиеся предохранители FU1, FU2. Конденсаторы C1—C6 — блокировочные в цепях питания. Резистор R1 разряжает их после отключения узла от источника питания при отсутствии подключённых к USB-портам потребителей тока.

Большинство деталей смонтированы на печатной плате размерами 33×18 мм (**рис. 2**) из одностороннее фольгированного стеклотекстолита. Резистор R1 и керамические конденсаторы C1—C3, C6 (их ёмкость может быть в пределах 1...20 мкФ) — для поверхностного монтажа. Если неизвестно номинальное напряжение таких конденсаторов, имеющихся в распоряжении типоразмеров, используйте те, типоразмер которых больше. Оксидные конденсаторы — любые импортные низкопрофильные. Дроссель L1 самодельный — несколько витков многожильного монтажного провода на кольцевом магнитопроводе диаметром 10...20 мм из пермаллоя или низкочастотного феррита. Самовосстанавливающиеся предохранители FU1, FU2 — любые низковольтные (12...15 В) на ток 1,5...3,75 А. При манипуляциях не забывайте полностью отключать от сети (двухполюсным выключателем или извлечением вилки из сетевой розетки) как системный блок ПК, так и подключённые к нему устройства (монитор).

Следующий шаг — отключение цепи +5 В USB-планки от системной платы. Для этого, отжав защёлки, вынимают соответствующие контакты из USB-розетки подключения к системной плате ПК, а чтобы при необходимости можно было вернуться к старому варианту, их не отрезают, а изолируют термоусаживаемыми трубками (**рис. 3**). Учитывайте, что расположение USB-контактов на разных системных платах может быть разным: на старых их нумерация обычно зеркальная, на новых — "параллельная". Если перепутаете между собой контакты –D, +D, то это не приведёт к необратимым негативным последствиям, но присоединённые к такому USB-порту устройства будут неработоспособны. Обратная же полярность напряжения питания на USB-разъёмах, как и короткое замыкание линий –D, +D на общий провод или цепь +5 В недопустимы.

Подключение контактов USB-розеток к цепи напряжения +5 В выполнено проводом сечением по меди 1,2 мм^2 длиной 700 мм, присоединённым к четырёхконтактному разъёму питания Molex 8981 (**рис. 4**). Чтобы не уменьшать число имеющихся у БП разъёмов, применён

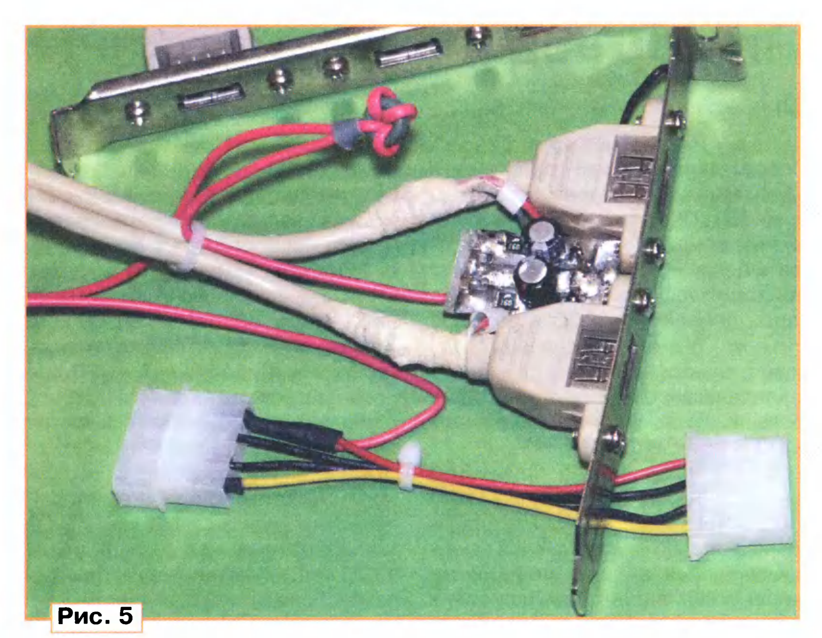


Рис. 5

переходник, состоящий из соединённых между собой вилки и розетки (не применяйте переходники с алюминиевыми проводами). Желательно использовать тот провод от БП с указанным разъёмом, к которому не будут подключаться жёсткие диски. Попутно можно выполнить доработку, описанную в [2].

Поскольку установленные на планке USB-розетки неразборные, изоляция идущих к ним кабелей в непосредственной близости от розеток была частично вскрыта, и для соединения их контактов 1 и 4 с проводниками печатной платы использованы короткие отрезки провода сечением 0,5 мм^2, припаянные к соответствующим жилам кабелей (обычно красного цвета) и их оплёткам. У применённого для доработки USB-узла корпусы USB-розеток, крепёжная металлическая планка, провода GND и оплётка соединены между собой, поэтому необходимости тянуть от розетки Molex отдельный толстый общий провод к монтажной плате не возникло. Общий провод монтажной платы электрически соединён как с оплётками проводов, так и с металлической крепёжной планкой. Для изоляции мест соединения проводов цепей +5 В использована липкая лента, а для стягивания и герметизации мест разреза кабелей — нитки с пропиткой эластичным клеем 88-НТ. Общий вид доработанного узла показан на **рис. 5**.

По такой же методике в современных ПК можно доработать USB-порты, которые выведены на переднюю панель системного блока, — подключаемым к ним устройствам также иногда не хватает тока из-за малого сечения соединительных проводов. На небольшой печатной плате, где смонтированы розетки этих USB-портов, часто предусмотрены, но не установлены блокировочные конденсаторы. Их желательно установить аналогично тому, как это сделано на рис. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Доработка USB-концентратора. — Радио, 2013, № 11, с. 12.

2. **Бутов А.** Доработка разъёмов компьютерных блоков питания. — Радио, 2009, № 8, с. 24.

Светильник-игрушка "Игра теней"

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Игрушечный светильник (**рис. 1**) имитирует мышонка. Изображение мордочки формируют полутени, создаваемые на внутренней поверхности матового светопропускающего сферического экрана. Источниками подсветки служат два светодиода зелёного цвета свечения.

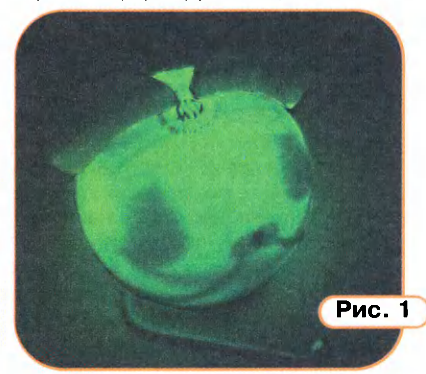


Рис. 1

Схема устройства показана на **рис. 2**. Резистор R1 — токоограничивающий. Светодиоды загораются после установки элемента питания G1 в магнитный контакт-держатель X2 (роль контакта X1 выполняет вывод резистора, согнутый петлёй).

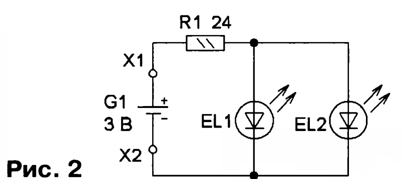


Рис. 2

Конструкцию светильника поясняют **рис. 3** и **рис. 4**. Позиционная нумерация элементов — сквозная. Экран 1 изготовлен из плафона-светорассеивателя светодиодной сетевой лампы, отслужившей свой срок. Плафон аккуратно срезают слесарной ножовкой с пластмассового корпуса лампы. "Секундным" клеем сверху к плафону приклеивают уши 2. Их вырезают ножом в форме диска из ластика подходящего цвета (в данном случае зелёного). Светодиоды 3 расположены так, что светят друг на друга. Их световые потоки пересекают центральную часть 4 игрушки, создавая полутени на внутренней части экрана. Так создаётся изображение мордочки. Её формируют основные элементы: глаза — кусочек пластилина 13; нос — пластмассовая пуля-шарик 8 (ещё один шарик 6 размещён на кончике хвоста 7); усы — отрезок тонкой медной проволоки 9 в резиновой трубочке; рот — выводы светодиодов 3; брови — элемент питания 10. Меняя их форму, размер и взаимное расположе-

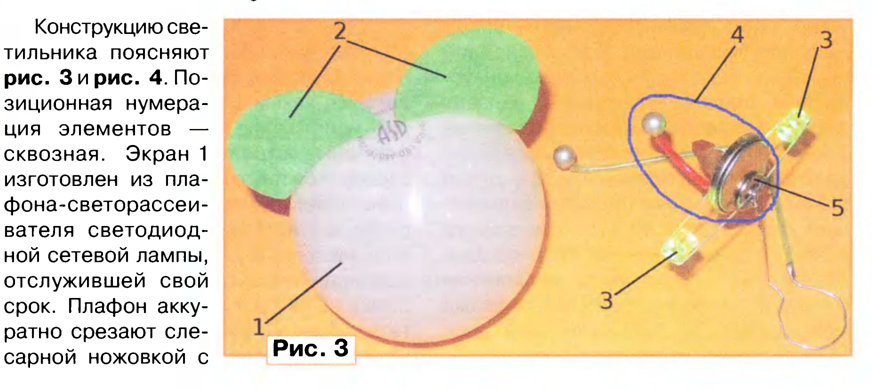


Рис. 3

ние, на экране можно получить различные изображения. Металлическая петля 12 служит основанием светильника, она изготовлена из стальной проволоки от канцелярской скрепки. Хвост 7 изготовлен из такой же проволоки и служит опорой всей конструкции.

Собирают устройство в следующей последовательности. Сначала к магнитной шайбе 5 припаивают выводы катодов обоих светодиодов 3, предварительно повернув их выводы на 180°. Затем спаивают другую пару их выводов, и к ним припаивают вывод резистора (на рисунках не виден). Его свободный вывод изгибают петлёй, которая выполняет функции плюсового контакта. Упругости спаянных воедино выводов светодиодов хватает для надёжного контакта с элементом. Проверяют конструкцию на надёжность работы с элементом питания.

Рис. 4

Далее изготавливают элементы опоры 6, 7, 12 и монтируют элементы мордочки. Для предотвращения закорачивания выводов резистора между ними вставляют изолятор 11 — отрезок картона. Ус 9 припаивают к свободному выводу резистора. Сверху устанавливают экран 1.

Светодиоды желательно применить с цилиндрическим (безлинзовым) корпусом диаметром 5 мм (бочонки), они должны быть одного цвета повышенной яркости свечения, желательно из одной партии. Питается игрушка от литиевого элемента типоразмера CR2032 напряжением 3 В. Резистор — МЛТ, С2-23, его сопротивление может быть от 24 до 200 Ом. Чем меньше сопротивление, тем ярче светят светодиоды. Магнитная шайба извлечена из двигателя вращения дисков старого компьютерного CD-привода. Паять магнит удобнее с применением флюса, например "Прима 2". Следует учесть, что при длительном перегреве магнит теряет свои свойства, поэтому его размещают на стальной линейке и затем паяют. Линейка является хорошим теплоотводом.

Налаживание игрушки сводится к изменению положений элементов "лица" и подбору положения экрана относительно основания.

Arduino. Подключение типовых внешних устройств

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

По мнению автора, причина широкого распространения платформы Arduino — это не только сравнительная простота и доступность базовых плат, вроде Arduino UNO или Arduino Leonardo, но и наличие большого выбора стандартных внешних устройств, которые любителю электроники довольно сложно изготовить самостоятельно. Примерами подобных устройств могут служить ультразвуковой локатор для измерения расстояния и сервопривод.

Самое главное, стоимость многих готовых функциональных модулей такова, что на деле проще купить подобное устройство, чем делать его самостоятельно. Это экономит время и позволяет начинающему радиолюбителю собирать довольно сложные конструкции. Немаловажно и то, что для работы со стандартными устройствами написано множество программных библиотек как официальным разработчиком платформы, так и сторонними авторами.

Примером подобного устройства может служить ультразвуковой измеритель расстояния HC-SR04. Это законченный функциональный модуль — печатная плата, на которой размещены передатчик и приёмник ультразвуковых импульсов. Его вид сверху и снизу показан на **рис. 1**.

Модуль имеет четыре вывода: два — питание (Gnd и Vcc), два — информационных (Trig и Echo). Устройство питают напряжением 5 В, оно потребляет

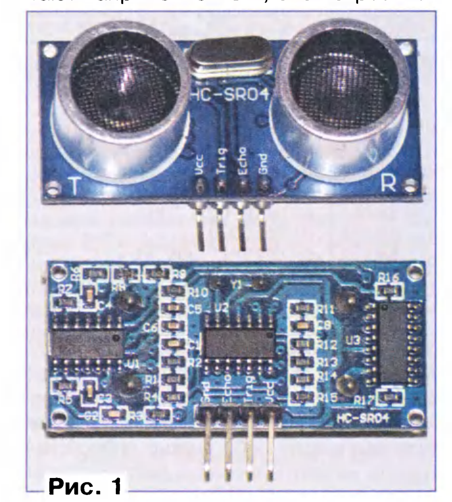


Рис. 1

в состоянии покоя ток 3 мА и способно измерять расстояние от 2 до 400 см с линейным разрешением 0,3 см. Угол излучения — около 15°.

При подаче на вход Trig импульса длительностью около 10 мс датчик излучает ультразвуковой сигнал частотой 40 кГц. На выходе Echo появляется импульс, длительность которого линейно связана с расстоянием до препятствия. Если никаких препятствий не обнаружено, длительность выходного импульса равна 38 мс [1]. Благодаря малому потреблению можно питать датчик непосредственно от платы Arduino (**рис. 2**).

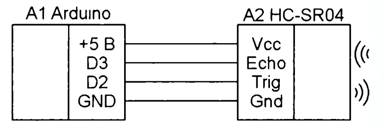


Рис. 2

Описанный выше алгоритм работы несложно реализовать. В программе, приведённой в **табл. 1**, использована функция pulseIn(Echo, HIGH), которая принимает импульс высокого или низкого уровня (в данном случае HIGH — высокого), поданный на цифровой вход Echo, и возвращает его длительность в микросекундах.

При необходимости аналогично можно подключить несколько датчиков HC-SR04 (**рис. 3**). Обслуживающая их программа приведена в **табл. 2**.

Существует специальная библиотека Ultrasonic, которая реализует все рутинные действия по управлению дат-

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2016, № 7—10

Таблица 1

```
//Проверка ультразвукового
//датчика расстояния HC-SR04
float D = 0; // Дальность
// Подключение датчика
int Trig = 2;
int Echo = 3;

void setup()
{
  // Используем посл. порт
  Serial.begin(9600);
  //Конфигурируем выводы
  pinMode(Trig, OUTPUT);
  pinMode(Echo, INPUT);
}

void loop()
{ // Формируем импульс Trig
  digitalWrite(Trig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Trig, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Trig, LOW);
  // Измеряем длительность
  // импульса Echo и переводим
  // её в сантиметры
  D = pulseIn(Echo, HIGH) / 58;
  // Выводим результат
  Serial.print("D= ");
  Serial.print(D);
  Serial.println(" cm");
  //Задержка до следующего
  //измерения
  delay(1000);
}
```

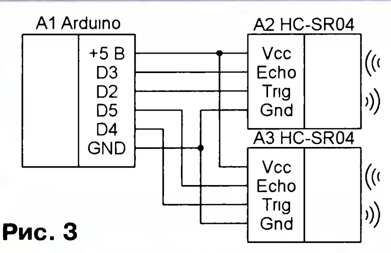


Рис. 3

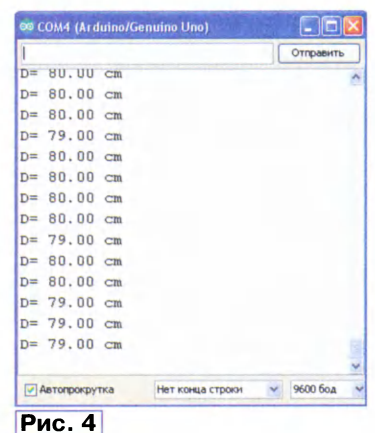


Рис. 4

чиком [2] и позволяет не описывать в программе весь алгоритм взаимодействия с ним. Для успешной компиляции программы библиотека Ultrasonic должна быть размещена в специально отведённой для библиотек папке, например, в C:\Program Files\Arduino\libraries. Подключив эту библиотеку, можно вызывать в программе функцию ultrasonic. Ranging(CM), которая возвращает расстояние до препятствия в сантиметрах.

Такая программа приведена в **табл. 3**. Измеренные значения расстояния до препятствия она отправляет через последовательный порт на компьютер. Результаты можно наблюдать в окне монитора последовательного порта Arduino (**рис. 4**). Используя эту информацию, можно изучить основные особенности работы датчика HC-SR04, что пригодится при конструировании роботов и других устройств на основе Arduino.

Ультразвуковой измеритель расстояния может стать основным устройством для ориентирования робота в пространстве. Однако датчик имеет довольно узкую диаграмму направленности. Чтобы робот мог оценить расположение преград вокруг себя, нужно либо установить на него несколько датчиков расстояния, направленных в разные стороны, либо дать ему возможность "осмотреться", поворачивая весь корпус.

Таблица 2

```
// Проверка двух ультразвуковых
// датчиков расстояния HC-SR04
// Результаты измерения
float D1, D2;
// Подключения датчика 1
int Trig1 = 2;
int Echo1 = 3;
// Подключение датчика 2
int Trig2 = 4;
int Echo2 = 5;

void setup()
{
  // Используем посл. порт
  Serial.begin(9600);
  // Конфигурируем выводы
  pinMode(Trig1,OUTPUT);
  pinMode(Echo1,INPUT);
  pinMode(Trig2,OUTPUT);
  pinMode(Echo2,INPUT);
}

void loop()
{
  // Формируем импульс Trig
  // для датчика 1
  digitalWrite(Trig1, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Trig1, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Trig1, LOW);
  // Измеряем расстояние
  // датчиком 1 и переводим
  // результат в сантиметры
  D1 = pulseIn(Echo1, HIGH)/58;
  // Выводим результат
  Serial.print("D1= ");
  Serial.print(D1);
  Serial.println(" cm");
  delay(500);
  // Повторяем всё с датчиком 2
  digitalWrite(Trig2, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Trig2, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Trig2, LOW);
  D2 = pulseIn(Echo2, HIGH)/58;
  Serial.print("D2= ");
  Serial.print(D2);
  Serial.println(" cm");
  delay(500);
}
```

Оба способа не очень удобны и не всегда применимы. Проще оснастить робот механизмом поворота датчика. Это позволит программе управления оценить, возможно ли движение в заданном направлении и найти пути обхода препятствия. Для поворота рулей, манипуляторов, направленных датчиков можно воспользоваться сервоприводом [3] — электромотором с редуктором, системой обратной связи и электронным модулем управления. Рычаг сервопривода можно повернуть по команде в заданное положение, которое будет сохранено, даже если внешние силы стремятся изменить его.

Таблица 3

```
//Работаем с датчиком HC-SR04,
// подключив библиотеку
#include "Ultrasonic.h"
// Активируем библиотеку
// для датчика, подключённого
// Trig - к D2, Echo - к D3
Ultrasonic ultrasonic(2, 3);
float D=0;//Результат

void setup()
{
  // Используем посл. порт
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  // Измеряем расстояние
  D = ultrasonic.Ranging(CM);
  // и выводим результат
  Serial.print("D= ");
  Serial.print(D);
  Serial.println(" cm");
  delay(1000);
}
```



Рис. 5

Разумеется, если внешнее механическое воздействие меньше вращающего момента сервопривода.

Широко распространён сервопривод FS90 (**рис. 5**) с сектором поворота рычага до 180°. Он создаёт крутящий момент 1,3 кГ·см. Корпус и редуктор этого сервопривода изготовлены из пластика, благодаря чему он имеет небольшую массу (около 11 г). Привод имеет три вывода — питание +5 В, управляющий вход и общий провод. В процессе работы он потребляет ток до 100 мА, поэтому для него необходим отдельный источник питания [4, с. 98—107]. Только один сервопривод, и только в экспериментальных целях, допустимо питать непосредственно от платы Arduino UNO (**рис. 6**).

Чтобы повернуть рычаг сервопривода на заданный угол, нужно подать на управляющий вход импульс опреде-

лённой длительности. Для установки в крайнее левое положение (будем считать, что это точка отсчёта — угол поворота 0°) длительность импульса — 0,5 мс. Поворот на 90° — импульс длительностью 1,5 мс, а на 180° — 2,5 мс. Для примера рассмотрим программу, приведённую в **табл. 4**, которая сначала поворачивает рычаг на 180°, а затем возвращает его в нулевое положение.

Ту же самую функцию управления сервоприводом можно реализовать, используя стандартную библиотеку для работы с сервоприводами Servo [5]. Программа приведена в **табл. 5**. Поскольку сервоприводы нашли широчайшее применение в конструкциях роботов, существует большое число альтернативных библиотек для работы с этими устройствами [6, 7].

Таблица 4

```
//Проверяем сервопривод
int sr = 2;    // Вывод управления
int g;         // Текущий угол
int g_n = 0;   // Наименьший угол
int g_k = 180;// Наибольший угол
int imp; // Длительность импульса

void setup()
{
  // Вывод sr - выход
  pinMode(sr, OUTPUT);
}

void loop()
{
  // Поворот 0 -> 180 град.
  for (g=g_n; g<=g_k; g++)
  { // Угол - в длит. импульса
    imp = (g * 11) + 500;
    // Формируем импульс
    digitalWrite(sr, HIGH);
    delayMicroseconds(imp);
    digitalWrite(sr, LOW);
    delay(20);
  }
  delay(500); // Через 500 мс
  // поворот 180 -> 0 градусов
  for (g=g_k; g>=g_n; g--)
  { // Угол - в длит. импульса
    imp = (g * 11) + 500;
    // Формируем импульс
    digitalWrite(sr, HIGH);
    delayMicroseconds(imp);
    digitalWrite(sr, LOW);
    delay(20); //Пауза между имп.
  }
  delay(500);
}
```

Разумеется, дальномером и сервоприводом перечень датчиков и исполнительных устройств далеко не ограничен. Например, с использованием стандартной библиотеки LiquidCrystal к Arduino можно подключить символьный ЖКИ [8, 9]. Если использование ЖКИ по тем или иным причинам нежелательно, для вывода визуальной информации можно использовать светодиодную матрицу 8×8 [10].

A1 Arduino: +5 В, D2, GND — A2 FS90: +5 В, Упр, GND

Рис. 6

Можно перечислить ещё очень много различных дополнительных устройств и модулей. Приложив небольшие усилия, можно найти готовые решения практически под любую задачу, начиная со сравнительно простых релейных модулей и заканчивая акселерометрами и магнитометрами. Всё это делает возможным реализовать на Arduino весьма экзотические и нетривиальные конструкции.

Собираясь управлять с помощью Arduino мощными исполнительными устройствами, нужно помнить, что ток, отдаваемый дискретным выходом этой платы, не должен превышать 40 мА, поэтому непосредственно к нему подключать мощное устройство нельзя. Необходим промежуточный узел, который сформирует мощные управляющие сигналы под воздействием маломощных, генерируемых Arduino.

Таблица 5

```
//Управляем сервоприводом,
//используя библиотеку
#include <Servo.h>
// Объект для упр. сервоприводом
Servo sr;

int g = 0; // Текущий угол
int g_n = 0;   // Начало сектора
int g_k = 180;// Конец сектора

void setup()
{ // Подключен сервопривод  к D2
  sr.attach(2);
}

void loop()
{
  // Поворот 0 -> 180 град.
  for (g=g_n; g<=g_k; g++)
  {
    sr.write(g);
    delay(20); // Пауза между имп.
  }
  delay(500);
  // Поворот 180 -> 0 град.
  for (g=g_k; g>=g_n; g--)
  {
    sr.write(g);
    delay(20); // Пауза между имп.
  }
  delay(500);
}
```

В простейшем случае можно применить низковольтное реле, например, герконовое РГК49 4О1А0500 500 Ом [11]. Оно способно коммутировать напряжение до 100 В при токе не более 0,5 А и условии, что коммутируемая мощность не превышает 10 В·А. Ток срабатывания этого реле — около 6 мА, номинальное рабочее напряжение обмотки — 5 В. В качестве примера можно управлять низковольтной лампой накаливания МН3,5-0,26, подключив её к Arduino по схеме, изображённой на **рис. 7**. В память микроконтроллера платы Arduino можно загрузить опубликованную в [12, табл. 2] программу, мигающую светодиодом, подключённым к выводу D12, но вместо светодиода соединить с этим выводом обмотку реле. В результате оно будет каждую секунду изменять своё состояние, включая и выключая лампу, источником питания которой в данном случае служит гальваническая батарея GB1. Её напряжение может быть выше или ниже напряжения питания Arduino, но должно соответствовать номинальному напряжению лампы.

Преимущество использования реле — это не только возможность управлять сравнительно мощным устройством, но и надёжная изоляция этого устройства от Arduino, что весьма важно для обеспечения электробезопасности и помехоустойчивости.

К сожалению, время срабатывания реле довольно велико. Даже у сравнительно быстродействующего герконового реле РГК49 оно не менее 1 мс, а у реле с обычными контактами может быть в десятки раз больше. Это не даёт возможности организовать пропорциональное управление исполнительным устройст-

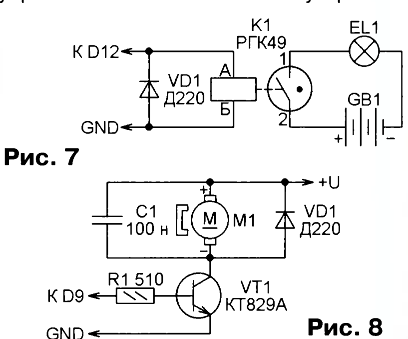


Рис. 7

Рис. 8

вом с помощью ШИМ. Кроме того, ресурс реле ограничен. Если оно постоянно "щёлкает", то быстро выйдет из строя.

Для управления с помощью Arduino электродвигателями ходовой части робота оптимальным представляется использовать ключи [13] на мощных транзисторах, например, серий КТ819 и КТ829. Как показано на **рис. 8**, двигатель, питаемый напряжением U, включают в коллекторную цепь транзистора VT1, а управляющие сигналы подают на базу транзистора через резистор R1.

На коллекторе электродвигателя постоянного тока неизбежно искрение, поэтому такой двигатель — источник помех. Чтобы устранить их, параллельно ему следует подключить искрогасящий конденсатор С1, рассчитанный на напряжение не ниже напряжения питания электродвигателя. Этот конденсатор, чтобы его выводы имели минимальную длину, устанавливают непосредственно на щёточном узле двигателя.

В момент, когда транзистор VT1 закрывается, ток через электродвигатель резко уменьшается, в его обмотке возникает ЭДС самоиндукции. При этом сумма напряжения источника питания и ЭДС самоиндукции может быть очень большой. Чтобы предотвратить повреждение транзистора, электродвигатель зашунтирован диодом VD1. Это может быть любой диод, выдерживающий напряжение питания двигателя и потребляемый им ток.

Для проверки возможности управления частотой вращения двигателя с помощью транзисторного ключа можно воспользоваться опубликованной в [14, табл. 1] программой, изменяющей яркость свечения светодиода. Достаточно подключить к выводу D9 Arduino вместо светодиода вход транзисторного ключа (рис. 8). Можно построить ключ и по схеме **рис. 9**, заменив биполярный транзистор полевым. Резистор R1 в этом случае не нужен.

Подобно электродвигателю с помощью транзисторного ключа к Arduino можно подключить мощное электромагнитное реле, способное управлять электронагревателями, водяными насосами и другими потребителями большой мощности, в том числе питающимися от сети переменного тока [15].

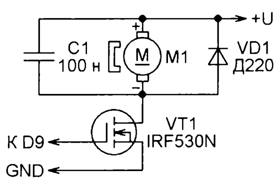


Рис. 9

Существенный недостаток рассмотренных выше узлов управления электродвигателем состоит в том, что они обеспечивают вращение вала двигателя только в одном направлении. Конструируя робот, важно дать ему возможность двигаться не только вперёд, но и назад, а для этого управлять не только частотой вращения вала двигателя, но и направлением вращения его вала. Реверсивный транзисторный ключ [16], схема которого изображена на **рис. 10**, обеспечивает такую возможность. Его можно собрать на печатной плате, показанной на **рис. 11**, изготовив её методом прорезания фольги и удаления её лишних участков. Программа, позволяющая проверить работоспособность этого реверсивного ключа, приведена в **табл. 6**.

Такой ключ имеет два управляющих входа. Один из них подключают к одному из выходов Arduino (например, к D5) а второй — к другому (например, к D6). Напряжение U не должно быть больше напряжения питания платы Arduino. При низких уровнях на обоих входах все транзисторы ключа закрыты и двигатель остановлен. Когда на выходе D5 уровень высокий, а на D6 он низкий, открыты только транзисторы VT1 и VT4, ток через двигатель M1 течёт слева направо (по схеме), его вал вращается в условно прямом направлении. Если же высокий уровень установить на выходе D6, а на D5 — низкий, транзисторы VT1 и VT4 будут закрыты, VT2 и VT3 — открыты, поэтому направления тока через двигатель и вращения его вала сменятся на противоположные. Чтобы регулировать частоту вращения вала двигателя, нужно на соответствующем выходе Arduino вместо постоянного высокого уровня сформировать импульсную последовательность с изменяемой скважностью (ШИМ).

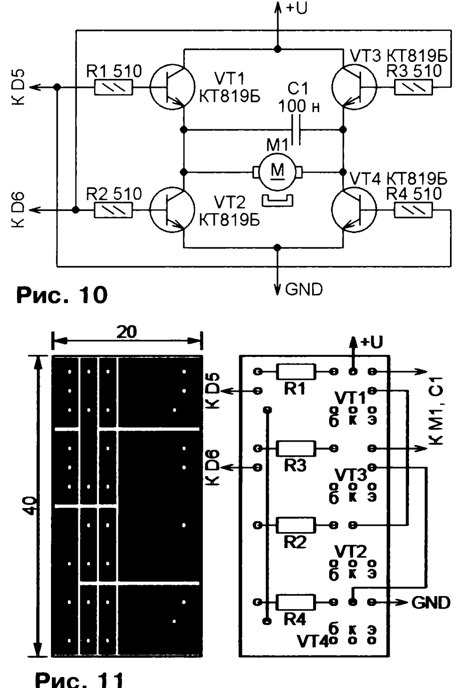


Рис. 10

Рис. 11

Таблица 6

```
//Проверка реверсивного управления электродвигателем

  //Назначаем выводы для подключения двигателя
  int M_1 = 5;
  int M_2 = 6;
  //Константа, задающая частоту вращения
  int M_p = 150;

  void setup()
  {
    //Для сигнализации о режиме используем
    //встроенный светодиод Arduino
      pinMode(LED_BUILTIN,OUTPUT);
  }

  void loop()
  {
      //Вращение в одну сторону
      analogWrite(M_1, 0); //Сначала закрываем VT1 и VT4
      analogWrite(M_2, M_p); //Затем манипулируем VT2 и VT3
      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); //Включаем светодиод
      delay(1000); //Ждём 1 с
      //Вращение в другую сторону
      analogWrite(M_2, 0); //Сначала закрываем VT2 и VT3
      analogWrite(M_1, M_p); //Затем манипулируем VT1 и VT4
      digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); //Выключаем светодиод
      delay(1000); //Ждём 1 с
  }
```

Учтите, что недопустима одновременная подача напряжения высокого уровня на оба управляющих входа собранного по такой схеме реверсивного ключа. В такой ситуации будут открыты все четыре его транзистора, а источник питания двигателя окажется замкнутым накоротко. Поэтому в программе, управляющей двигателем, всегда необходимо принимать меры для предотвращения такой ситуации.

Примечание ред. *Ещё один недостаток рассматриваемого ключа — открывшиеся транзисторы VT1 и VT3 никогда не входят в насыщение, оставаясь в активном режиме. В результате растёт падение напряжения на них и рассеиваемая ими мощность, а ток эмиттера ограничен. Поэтому такой ключ пригоден только для управления маломощным низковольтным электродвигателем.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Ультразвуковой датчик измерения расстояния HC-SR04. — URL: **http://robocraft.ru/blog/electronics/772.html** (28.07.16).

2. Project RoboCraft. — URL: **https://code.google.com/archive/p/robocraft/** (28.07.16).

3. Сервомашинки. — URL: **http://robocraft.ru/blog/mechanics/240.html** (28.07.16).

4. **Блум Д.** Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015.

5. Servo library. — URL: **http://www.arduino.cc/en/Reference/Servo** (28.07.16).

6. The Software Servo Library. — URL: **http://playground.arduino.cc/ComponentLib/Servo** (28.07.16).

7. MegaServo Hardware Servo library. — URL: **http://playground.arduino.cc/Code/MegaServo** (28.07.16).

8. Подключение текстового экрана к Arduino. — URL: **http://wiki.amperka.ru/Схемы-подключения:подключение-текстового-экрана** (28.07.16).

9. Подключаем LCD-дисплей на базе HD44780 к Arduino. — URL: **http://robocraft.ru/blog/arduino/503.html** (28.07.16).

10. TC15-11 — матрица светодиодная 8×8. — URL: **http://robocraft.ru/blog/arduino/782.html** (28.07.16).

11. Реле герконовое замыкающее миниатюрное РГК49. — URL: **http://www.rmcip.ru/files/catalogue/rgk49_inf.pdf** (22.08.16).

12. **Лекомцев Д.** Arduino. Операции цифрового ввода—вывода. — Радио, 2016, № 8, с.51—54.

13. **Холостов К.** Простой робот. — Левша, 2014, № 6, с. 12—14.

14. **Лекомцев Д.** Arduino. Операции аналогового ввода—вывода, работа со звуком. — Радио, 2016, № 9, с. 51—53.

15. Как с помощью Arduino/CraftDuino можно управлять устройствами на 220 В. — URL: **http://robocraft.ru/blog/arduino/223.html** (22.08.16).

16. **Холостов К.** Робот-пылесос. — Левша, 2015, № 3, с. 12—14.

От редакции. *Рассмотренные в статье программы имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/range-servo.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

(Окончание следует)

РАДИО
E-mail: mail@radio.ru
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ
о связи

Албена собирает друзей

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

Окончание.
Начало см. на 2-й с. обложки

В городе Албена (Болгария) в конце августа этого года стартовали два крупных соревнования мирового уровня по спортивной радиопеленгации — Кубок и чемпионат мира IARU. Албена не первый год принимает соревнования такого уровня, и каждый раз, благодаря организаторским талантам директора соревнований Виктора Ценкова (LZ3NN) и его коллег по Болгарской федерации радиолюбителей (BFRA), соревнования проходят успешно. Кубок мира по спортивной радиопеленгации в этом году оказался очень представительным. Свои команды направили национальные радиолюбительские организации 22 стран мира, всего почти триста участников — спортсменов, представителей, тренеров. Самая представительная делегация (70 человек) прибыла из Китайской Народной Республики. Команда СРР, представлявшая Россию, состояла из 30 спортсменов из 12 регионов страны. Всего в своих возрастных категориях, включая ветеранские, за четыре соревновательных дня наши спортсмены в различных спортивных дисциплинах завоевали 53 медали, из них 21 — золотая. И двадцать один раз на церемониях награждения звучал гимн России.



"Оружие охотников на лис" ждёт начала соревнований.

Особенностью этого Кубка мира стало участие в нём большой делегации наших китайских друзей. Её основу составляли совсем юные спортсмены, которые явно приехали для того, чтобы учиться у лидеров. В самых младших возрастных категориях, среди мальчиков и девочек в возрасте 12 лет, они подчас занимали весь пьедестал почёта. Радиоспорт в Китае ощутимо поддерживается государством, и всё идёт к тому, что вскоре мы увидим китайских спортсменов среди призёров в более возрастных категориях. Там, где необходимы системные знания и навыки, — это называется "школой".

Всего через день после окончания Кубка мира был открыт 18-й чемпионат мира IARU — главное спортивное соревнование по спортивной радиопеленгации двухлетнего цикла. В нём приняли участие около пятисот спортсменов, тренеров и представителей из 39 стран. Основное отличие чемпионата мира от Кубка мира заключается в том, что на классических дистанциях в каждой возрастной категории от 17 лет и выше от каждой страны могут выступить не более трёх спортсменов. По двум лучшим результатам подводятся итоги командного зачёта — вручаются командные медали, звучит гимн страны, которую представляет победитель.

Внезапно и без того не простая задача определения оптимального состава команды на каждый день соревнований, стоявшая перед руководителем российской команды Аллой Андрюниной (R2SAB), усложнилась — некоторые спортсмены из разных команд, в том числе и нашей, прямо по ходу соревнований переболели вирусной инфекцией неизвестного происхождения.

В первый день чемпионата мира спортсмены бежали дистанцию по радиоориентированию на диапазоне 3,5 МГц. Организаторы чемпионата предложили район, по сложности вполне соответствующий рангу соревнований — с большим количеством мелких форм рельефа, камнями, непроходимыми участками "зелёнки" и крутыми склонами. А финишный коридор был установлен прямо на крутом склоне холма с финишем на его вершине.

В основных возрастных категориях — юношей и девушек 17—19 лет (М19), мужчин и женщин (М21 и Ж21) — в первый день мы завоевали две серебряные медали. Отличились Сергей Целиков (М19) и Богдан Родионов (М21).

Второй день соревнований (спринт на диапазоне 3,5 МГц) принёс нашей команде в основных категориях три медали: серебряная — у Наталии Гикловой (Ж21) и две бронзовые — у двух Екатерин — Коломниной (Ж21) и Абдуллиной (Ж19).

Золотую медаль, завоёванную в третий день соревнований, мы ждали целых 19 лет! После успеха на классической дистанции в диапазоне 3,5 МГц чемпионата мира в далёком 1997 г. в Германии, где лучшим был Сергей Гуреев из Ставрополя, победы наших спортсменов в этом виде как отрезало — наши мужчины завоёвывали только серебряные и бронзовые медали. И вот усилиями Богдана Родионова эта грустная традиция была нарушена. И надеемся, что надолго.

Вообще-то, эту победу мы ждали. Ждали, надеялись и боялись сглазить. Ждали после третьего места Богдана на чемпионате мира в Казахстане, когда он выступал среди взрослых, будучи ещё юниором. Ждали после того, как Богдан за два дня до победного старта взошёл на пьедестал почёта в радиоориентировании, показывая во всех забегах Кубка и чемпионата мира стабильно высокие результаты. Ждали, зная реально высокий уровень подготовки Богдана. А боялись, потому что до последнего момента было непонятно, затронет ли нашего спортсмена вирусная инфекция. В итоге Богдан оказался сильнее — и вирусов, и всех своих соперников на дистанции.

В этом забеге была интрига. В числе последних стартовал очень сильный спортсмен из Чехии Якуб Ома. И только, когда его время нахождения на дистанции превысило итоговое время Богдана, стало понятно, что ожидаемое чудо свершилось. Богдан Родионов из Санкт-Петербурга стал чемпионом мира на классической дистанции в диапазоне 3,5 МГц. Браво, Богдан!

А что же наши женщины? Они, как всегда, показали результаты экстра-класса. Чемпионом мира стала Светлана Райкова (Ж21). А в командном зачёте наши женщины просто взяли и забрали всё золото во всех возрастных категориях. Знай наших!

И у юниоров в этом забеге тоже было всё в порядке: в группе Ж19 победу одержала Татьяна Овчинникова, а в группе М19 — Владимир Бакчинов стал третьим.

Четвёртый, последний день чемпионата мира IARU по спортивной радиопеленгации завершился вторым стартом в "классике" (3,5 и 144 МГц). У женщин (Ж21) Наталия Гиклова выиграла серебряную медаль. В командном зачёте у нас четыре золота, одно серебро и пять бронзовых медалей. Высокий класс традиционно показали и наши ветераны.

Всего по итогам всех забегов 18-го чемпионата мира IARU наши спортсмены завоевали 36 личных медалей, из которых 13 — золотых, а также 10 командных золотых. Двадцать три раза на церемониях награждения звучал гимн России!

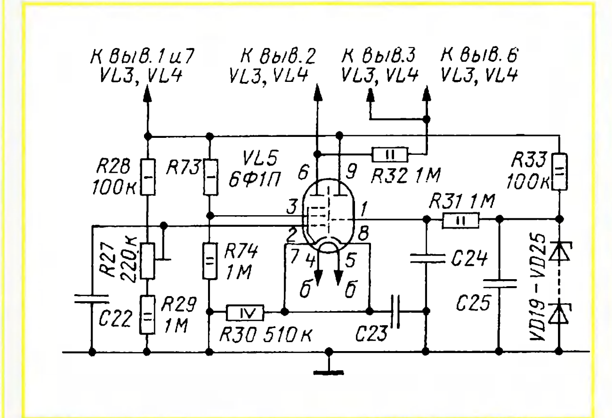
В рейтинге победителей чемпионата мира и Европы IARU (1961—2015 гг.) лидирует Чермен Гулиев (UA3BL). За всё время выступлений в чемпионатах в категориях, соответствующих его возрасту, он завоевал 39 золотых медалей. На втором месте — спортсмен из Украины Евгений Фурса (37 золотых медалей), на третьем — чех Якуб Ома с 33 золотыми медалями.

Полные итоги четвёртого дня соревнований опубликованы по адресу **http://ardf2016.com/results/** на сайте чемпионата мира.

Поздравляем команду СРР, представившую Россию на чемпионате мира IARU с отличным результатом! Огромное спасибо тренерам, подготовившим победителей и призёров чемпионата, спортсменов, внёсших свой вклад в завоевание командных медалей. Президент СРР Дмитрий Воронин (RA5DU) отметил всех наградами СРР. Надеемся, что каждое удачное выступление на крупнейших спортивных форумах будет привлекать в радиоспорт молодых амбициозных спортсменов, ставящих перед собой самые высокие цели.

КВ-усилитель на лампах ГУ-81М

Статья с таким названием была опубликована в журнале "Радио", 2016, № 6, с. 59—62. Для улучшения электрических характеристик стабилизатора питания экранных сеток ламп ГУ-81М автор заменил в нём лампу 6Н1П (VL5) на 6Ф1П. За счёт большего коэффициента усиления каскада на пентодной части лампы 6Ф1П улучшился коэффициент стабилизации. В этом варианте стабилизатора при изменении тока нагрузки от 10 до 600 мА выходное напряжение стабилизатора изменяется не более чем на 0,7 В.







Тот самый Егоров...

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

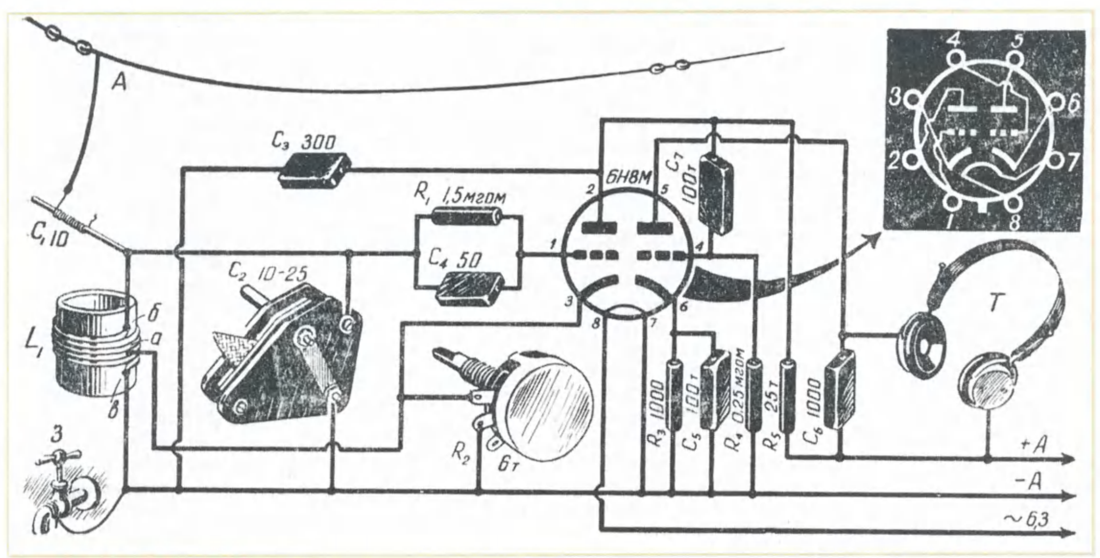
В первые послевоенные годы на радиолюбительском "блошином рынке" появилась радиоаппаратура, на основе которой можно было создавать свою любительскую радиостанцию. Это были трофейные приёмники, передатчики и техника, поступавшая к нам по ленд-лизу. Так что для взрослых людей, пожелавших вернуться после войны к занятиям любительской радиосвязью или заняться ей "с нуля", некоторые возможности даже в то непростое время были. Сложнее было молодёжи (особенно подросткам) делать первые шаги в короткие волны. Первые несложные радиоприёмники многим из них надо было изготавливать самостоятельно.

Получилось так, что я начинал конструирование радиоаппаратуры не с изготовления детекторного приёмника (как многие школьники того времени) — детекторный приёмник заводского изготовления "Комсомолец" мне подарили на день рождения. Увлёкшись радиосвязью, я начал заниматься в "КВ-секции" Городского дома пионеров и школьников, у которой была своя коллективная радиостанция UA3KAS. Так что любительский эфир впервые я прослушал на этой радиостанции и сразу на неплохом ленд-лизовском радиоприёмнике BC-348. Но хотелось хоть как-то наблюдать за работой любительских радиостанций дома, и я решил собрать простейший 0-V-1 (регенератор с одним каскадом УНЧ), описание которого я нашёл в мартовском номере журнала "Радио" за 1950 г.

Схема этого приёмника приведена на **рисунке**. Собранный, извините, "на соплях", без шасси прямо на столе, он тем не менее как-то заработал. И хотя он и просуществовал недолго, я получил неповторимое удовольствие от "опытной эксплуатации" первой моей радиосамоделки.

Автором этого радиоприёмника был москвич В. Егоров. В журнале попадались и другие его статьи, а повзрослев, я узнал, что этот коротковолновик внёс большой вклад в отечественное радиолюбительство — и до войны, и после неё...

До войны он возглавлял одну из самых активных тогда любительских радиостанций страны, "коллективку" Московского института связи — UK3AH. Его учениками и коллегами в радиолюбительстве были многие, впоследствии ставшие знаменитыми, коротковолновики, которые тогда были просто студентами. Например, Константин Александрович Шульгин (U3DA, ex UA3DA) — создатель отечественных электромеханических фильтров. А первые послевоенные годы общественная работа В. Егорова в значительной мере способствовала возрождению радиолюбительства в стране. И надо же так случиться, но судьба снова свела с ним через несколько десятилетий!



Подбирая в начале уже этого века материалы к очередному "женскому" (т. е. мартовскому) номеру журнала, в одиннадцатом номере журнала "Радиофронт" за 1941 г. (самом последнем предвоенном номере!) я натолкнулся на фотографию трёх студенток — операторов коллективных радиостанций института связи UK3AH и UK3CU. В марте того года прошли первые всесоюзные женские соревнования. Обе станции показали отличные результаты, в связи с чем и было опубликовано это фото.

Мы решили воспроизвести это фото. Судьба одной из них — Мариам Басиной (U5BB, ex UB5BB) была нам хорошо известна. Как и многие студенты предвоенных лет, она была на фронте и, конечно, как уже опытный радист служила в войсках связи. А после войны Мариам возглавляла коллективную радиостанцию Львовского областного радиоклуба UB5KBA, много занималась радиоспортом (радиосвязь и скоростная телеграфия), готовила молодых спортсменов и вполне заслуженно в радиолюбительских кругах её называли "радиомама".

Захотелось поэтому что-то узнать и о судьбе её подруг. Я обратился к Константину Александровичу Шульгину, который до войны был студентом-второкурсником и работал на радиостанции UK3CU. Но он, к сожалению, не обладал достоверной информацией об этих YL и посоветовал пообщаться по этому вопросу ещё с одним москвичом — Дмитрием Григорьевичем Горбанём (U3DG, ex UA3DG). Он тоже перед войной был членом коллектива UK3CU.

Дмитрий Григорьевич достоверной информацией об этих YL тоже не обладал, огорчился, что не может мне помочь. Но неожиданно вдруг сказал: "А чего гадать? Давай позвоним Славке — он-то может знать!". На мой естественный вопрос (какому) последовал не-

ожиданный ответ: "Егорову, конечно!". Выяснилось, что Вячеслав Алексеевич Егоров (тот самый Егоров!), под чьим началом перед войной работали YL, которые были на этой фотографии, уже в возрасте, не очень здоров, но сохранил интерес к коротким волнам и с удовольствием общается по телефону с друзьями.

И состоялся продолжительный телефонный разговор. Для меня он был приятен по двум причинам. Во-первых, это было общение с умным человеком, так много сделавшим для развития радиолюбительства в стране. А многолетняя работа на общественном поприще без каких-либо заявок о своей исключительности заслуживает самого глубокого уважения. Во-вторых, это было неожиданное возвращение на короткое мгновение в молодость и беседа с человеком, конструкция которого была у меня когда-то первой радиотехнической самоделкой. Вот такая неожиданная "телефонная" встреча...

Думаю, что пришло время рассказать немного об этом человеке. Вячеслав Алексеевич увлёкся любительской радиосвязью на коротких волнах, когда учился в Самарском техникуме связи, и в 1934 г. получил наблюдательский позывной URS-1186. А в 1935 г. он уже имел и личный позывной своей передающей радиостанции — U4OH и многие часы проводил в эфире. 1938 год стал переломным в его жизни. В это время Вячеслав Алексеевич надумал поступать в высшее учебное заведение. Конечно, это должен был быть институт связи. Выбор пал на Московский институт инженеров связи. Он приехал в Москву, поступил в ВУЗ и обосновался в общежитии института в Перловке, под Москвой.

В Перловке была коллективная радиостанция UK3AH (тогда в институте связи их было несколько). Эта станция и этот позывной были очень хорошо известны в эфире. На ней выходили в эфир известные коротковолновики, студенты Московского института связи — большие энтузиасты коротких волн. Одновременно ему пришлось вести и большую общественную работу в области коротких волн. "КВ-секция" Московского института связи была большим и хорошо организованным коллективом. В ней работали и эфирные спортивные кружки, и кружки по подготовке радистов-операторов, и кружки конструкторов. Всё это, конечно, прекратилось с началом Великой Отечественной войны. Многие члены этой секции ушли на фронт и на оборонные предприятия. Вячеслав Алексеевич в войну работал на радиоузле Наркомата связи.

А вскоре после Победы, весной 1946 г., вышло известное Постановление правительства о восстановлении в стране радиолюбительского движения, коротковолновой работы в эфире. Одной из первых в эфире появилась коллективная радиостанция Московского института инженеров связи. В то время большой коллектив студентов снова организовался в радиоклуб, построил радиостанцию, получил позывной. Он был похож на довоенный, но только с небольшим изменением — UA3KAH. И завертелась коротковолновая работа: опять соревнования, опять конструкторская деятельность, опять обучение радистов-операторов. Начальником радиостанции стал Дмитрий Алексеевич



В. А. Егоров на радиостанции UA3KAB (1946 г.).

Горбань (UA3DG), а Вячеслав Алексеевич Егоров (UA3AB) возглавил институтский радиоклуб.

Он вспоминал, как в клубе решили провести собрание студентов по поводу возобновления коротковолновой радиолюбительской работы. На это собрание пригласили Героя Советского Союза Эрнста Теодоровича Кренкеля (RAEM), который тогда был начальником Управления связи Главсевморпути. Эрнст Теодорович рассказал членам клуба, что намечается организация Центрального радиоклуба страны и посоветовал подключиться активно к этой работе.

В то время Центральный радиоклуб имел членство, как и областные радиоклубы. Председателем Совета этого радиоклуба был избран Эрнст Теодорович Кренкель. Ситуация была своеобразная — в городе уже был и Московский городской радиоклуб, а поскольку "боевых штыков" в радиолюбительском движении было ещё маловато, работа двух клубов в значительной мере пересекалась.

В Центральном радиоклубе было несколько секций: секция коротких волн, конструкторская секция, секция телевидения. Председателем секции коротких волн стал Егоров. Он вспоминал, что после работы актив секции собирался, ну если не каждый день, то через день в здании Центрального радиоклуба в Селивёрстовом переулке, на Сретенке. Была оборудована радиостанция UA3KAB, которая в дальнейшем взяла на себя функции организатора всех эфирных мероприятий Центрального радиоклуба: проведение перекличек, организации всесоюзных соревнований, выработки Положения о соревнованиях, подведение итогов соревнований, контроль за правильностью проведения соревнований. Всё это была деятельность секции коротких волн Центрального радиоклуба.

Тем временем Вячеслав Алексеевич закончил институт и получил назначение на работу в научно-исследовательскую организацию. Вот тут-то и сказался в значительной степени тот большой опыт работы в области радиосвязи, в области конструирования, в области освоения новых частотных диапазонов, который ему дало радиолюбительство. Радио стало профессией. Новая техника, освоение новых систем, разработка новой аппаратуры, проведение научно-исследовательских работ, в дальнейшем — опытно-конструкторских работ, сначала в должности рядового инженера-исполнителя, затем в должности помощника руководителя работ, а в дальнейшем в должности самостоятельного руководителя работ и главного конструктора.

Новая работа, а также работа над диссертацией потребовали большой затраты сил и времени. К тому же работа была связана с длительными командировками, с разъездами. Коротким волнам уделять много времени стало уже просто невозможно, а числиться "мёртвой душой" в эфире он не мог.

Вспоминая об этом периоде своей жизни, Вячеслав Алексеевич говорил: "В 1955 г. мне пришлось, скрепя сердце, распроститься со своим позывным UA3AB и отдать свои силы главным образом производственной работе. Но с короткими волнами я не порвал всё-таки. Коротковолновый приёмник у меня стоит до сих пор, и время от времени я пробегаю по диапазонам, слышу знакомые позывные. Романтика коротких волн меня не оставляет ни на один день, и всегда, когда удаётся встретиться с коротковолновиками и когда вспоминаем минувшие дни, становится немножко обидно, что в руке нет ключа, а на голове не надеты наушники. Ну что ж, жизнь такова, что приходится мириться с обстоятельствами. Тем не менее я всегда считал себя коротковолновиком и считаю им и по сей день."

Профессиональная деятельность Егорова тоже была удачной — он стал лауреатом Государственной премии...

*При подготовке статьи использованы архивные материалы Е. Богомолова (**UA3IJ**), Б. Степанова (**RU3AX**) и журнала "Радио".*



Самый длинный позывной в мире

Ярослав КУБИЧЕК (OM1II), г. Братислава, Словакия

Когда пришла новость, что в Братиславе состоится выставка, посвящённая самому известному кораблю в мире "Титанику", я подумал, что наш клуб радиолюбителей OM3REU мог бы предпринять что-то в связи с этим. С ностальгией вспоминаются позывные OM9SIAD, звучавший в 1994—1996 гг. во время аэрошоу, и OM2OOO, будораживший эфир на стыке тысячелетий. Действовать надо было очень быстро — OM2015TITANIC появилась в эфире уже в день открытия выставки 12 августа 2015 г.

Изначально я выбрал позывной OM9MGY, так как буквы MGY были позывным "Титаника". Но это известно очень узкому кругу профессионалов. Подумав, я решил всё-таки выбрать позывной OM2015TITANIC — название корабля знакомо почти всем людям в мире. Реакция коллег-радиолюбителей не заставила себя ждать. На практике все дела, связанные с оформлением необходимых "бумажек", требуют времени. Огромная благодарность сотрудникам Управления по радиокоммуникациям Словацкой Республики за выдачу разрешения, так что радиостанция выяснилось, что такое длинное название не смогли отобразить некоторые DX-кластеры и что с такой же проблемой столкнулись также и электронные дневники. Телеграфистам тоже было не по себе от длинного позывного сигнала. Целых 13 знаков — вместо более привычных для нас максимум шести! Надеюсь, что симпатичная QSL-карточка с запоминающимся позывным сигналом OM2015TITANIC немного компенсирует радиолюбителям их хлопоты.

OM2015TITANIC
ITU-28 SLOVAKIA WAZ-15
TITANIC EXHIBITION
12. 8. - 6.12. 2015
INCHEBA EXPO BRATISLAVA
JVS group

Памятная QSL с самым длинным позывным.



Связи проводит автор статьи Ярослав (OM1II).

Скажу честно, было занимательно слушать реакцию на диапазонах по поводу OM2015TITANIC. Кто-то был рад вместе с нами, кому-то нас было жаль, кто-то хвалил, да и критиков немало было. Некоторые отзывы вообще нельзя публиковать...

Наверное, мы заинтересовали коллег-радиолюбителей, и временами казалось, что мы стали самой необычной DX-экспедицией. Но были и другие моменты. Например, на диапазоне 10 МГц несколько раз появлялся сигнал SOS. Сразу становилось понятно, что это была всего лишь попытка неудачно подшутить на тему позывного с содержательным названием "Титаник".

Разрешение на использование этого позывного было выдано на период с 12 августа до 6 декабря 2015 г., но в связи с большим интересом нам пришлось продлить его действие до конца года. Связь с радиостанцией, расположенной в выставочном зале "Инхеба" в Братиславе, была неимоверно интересной, но её работа оттуда была нереальна из-за мощных помех на коротковолновых диапазонах. У клуба радиолюбителей OM3REU нет своих помещений, и мы обратились к коллегам, которые были согласны выходить на связь под таким позывным. В итоге, по очереди позывным OM2015TITANIC выходили на связь OM1II, OM3UU, OM1KW, OM1NW, OM3BH, OM3PA, OM3TWM, OM4KW (больше всего QSO), OM4UU, OM5CD и две дамы — OM4CX, OM8KW. Благодаря этим радиолюбителям наш позывной был слышен CW, SSB, RTTY и PSK на длинных волнах, КВ- и УКВ-диапазонах (до 10 ГГц). Хочется выразить отдельную благодарность радиоклубам OM0M и OM8A. Используя их отличное антенное хозяйство, мы смогли получить удовольствие от радиосвязей в течение двух дней на диапазоне 472 кГц.

На связь выходили не систематически (в зависимости от возможностей операторов), но дней, когда позывной OM2015TITANIC не звучал в эфире, было очень мало. В результате мы провели почти 25 тысяч связей с радиолюбителями из более 150 стран и территорий мира по списку диплома DXCC. Так хорошо поработать можно лишь во время больших соревнований, с качественным оборудованием и интересным местоположением или, как уже теперь выяснилось, с интересным позывным просто из Словакии... В нашем случае это был самый длительный период коллективной работы OM на радиолюбительских диапазонах, так скажем — небольшая "домашняя" экспедиция.

Всем, кто выходил на связь с OM2015TITANIC, QSL-карточки были уже отправлены через QSL-бюро. QSL-менеджер этой своеобразной радиостанции — Бранислав (OM2FY). Дополнительную информацию по её работе вы можете найти по адресу **http://qrz.com/db/OM2015TITANIC** на сайте.

Переводил Ян (OM3UU).

Однодиапазонная, походная...

Миниатюризация связной аппаратуры даёт возможность радиолюбителям не прерывать занятия любимым хобби во время поездок на природу, в отпуск и т. д. Но естественным ограничением для многих при эксплуатации радиостанций вне стационарных условий являются антенны. Стремление сделать небольшие антенны есть практически у всех радиолюбителей, но, в отличие от связной техники, здесь успехов миниатюризации, по существу, нет. Так что остаётся только искать решения попроще и более подходящие для оперативного развёртывания в нестационарных условиях.

Обычно это проволочные антенны типа Long Wire и соответствующие согласующие устройства. В частности, немало радиолюбителей для работы "из поля" (в широком смысле этого слова) используют антенну, которую обычно именуют "антенной Фукса". Это полуволновый излучатель, запитанный с конца. Согласующие устройства могут быть разные, в частности, параллельный контур, который и был в оригинале "антенны Фукса". Одно из достоинств подобной антенны — возможность работы на нескольких любительских диапазонах, имеющих кратные частоты. Например, антенна на диапазон 40 метров нормально работает на диапазонах 20, 15 и 10 метров, т. е. как на чётных, так и нечётных гармониках. Полуволновые диполи могут работать (без сложных согласующих устройств) только на нечётных гармониках...

Но нередко радиолюбителя при работе "в поле" устраивает и наличие всего лишь одного диапазона. Интересный вариант подобной антенны (см. **рисунок**) описал английский радиолюбитель G4OEP в радиолюбительском журнале SPRAT (№ 110, Spring, 2002, p. 12, 13). Он назвал её "An end-fed HF dipole" ("запитываемый с конца КВ-диполь"), но это не совсем верно. Этот диполь запитывается, как и полагается, в середине. Но другое дело, что конструктивно (поскольку в этой антенне часть оплётки фидера используется как излучатель) собственно фидер заходит в конструкцию излучателя действительно с конца...

Часть оплётки коаксиального кабеля 3 длиной $\lambda/4$ образует правую половину полуволнового диполя. Вторую половину образует проводник 4 длиной также $\lambda/4$, подключённый к центральному проводнику кабеля. Катушка индуктивности L1, выполненная из фидера, и конденсатор C1 образуют режекторный контур ("трап"), отсекающий высокочастотные токи по поверхности коаксиального кабеля. Вот, собственно, и вся антенна. На правом конце проводника 4 можно установить изолятор и прикрепить к нему оттяжку, если это требуется для установки антенны (крепления к дереву, столбу и т. п.).

Автор изготовил антенну из коаксиального кабеля UR76, который является полным аналогом распространённого кабеля RG-58C/U (с диэлектриком из сплошного полиэтилена). Отступив на $\lambda/4$ от конца кабеля, на каркасе диаметром 3 см (сантехническая ПВХ-труба) делают семь витков из этого кабеля. Начало и конец обмотки фиксируют, пропуская кабель через отверстия в стенках трубы. К оплётке кабеля в начале и конце подключают подстроечный конденсатор C1 с воздушным диэлектриком. Указанное число витков соответствует диапазону 21 МГц. На других диапазонах оно, конечно, будет другим — важно лишь то, чтобы колебательный контур был настроен на рабочий диапазон антенны. Далее фидер любой длины идёт к трансиверу.

Поскольку для изготовления антенны и для её фидера используется 50-омный кабель, а входное сопротивление полуволнового диполя ближе к значению 75 Ом, КСВ на рабочей частоте у неё не превышает 1,5. Дополнительные потери в антенно-фидерном тракте при этом будут невелики — антенна готова к эксплуатации. Но его можно, как придумал автор статьи (и в этом её "изюминка"), улучшить очень простым способом. Анализируя подобную ситуацию с помощью круговой диаграммы, он обнаружил, что для минимизации КСВ (при питании полуволнового диполя 50-омным кабелем) в фидер на диапазоне 21 МГц на расстоянии 0,39λ от точки запитки надо включить дополнительный конденсатор ёмкостью 54 пФ. Решение понятное, но главное — в другом. По удивительному совпадению "четверть волны" (физическая длина отрезка кабеля в излучателе) при коэффициенте укорочения 0,66 (как у RG-58C/U) электрическая длина этого отрезка как фидера будет очень близка к значению 0,39λ! Это даёт удобное конструктивное решение — дополнительный конденсатор (он обозначен на рисунке как C2) надо включить между оплёткой и центральным проводником кабеля непосредственно перед "трапом". Введение этого конденсатора улучшило в авторской конструкции КСВ антенны до значения 1,1... А такое его значение устроит уже любого "антенного эстета".

Именно поэтому для изготовления данной антенны в варианте с дополнительным конденсатором и необходим коаксиальный кабель с изоляцией из сплошного полиэтилена. Не подходит, например, кабель RG-58A/U, у которого используется вспененный полиэтилен и коэффициент укорочения равен 0,82. При повторении этой антенны на другие диапазоны надо иметь в виду, что реактивное сопротивление конденсатора C2 на рабочей частоте должно быть 140 Ом.

Автор эксплуатировал описанную антенну с передатчиком мощностью всего 25 Вт в "полевых условиях" (в гостинице), закрепив её конец на ближайшем дереве, и остался очень доволен тем, как отвечали корреспонденты.

Материал подготовил
Б. СТЕПАНОВ

г. Москва

Индикатор автоматического КСВ-метра

Сергей БЕЛЕНЕЦКИЙ (US5MSQ), г. Киев, Украина

Этот простой индикатор КСВ-метра позволяет исключить в процессе эксплуатации любительской радиостанции процедуру его регулярной калибровки и вести непрерывный контроль работоспособности антенно-фидерного тракта. Более того, на его основе несложно реализовать устройство звуковой индикации повышенного значения КСВ и автоматического выключения аппаратуры, если КСВ достигнет неожиданно значений, опасных для дальнейшей её эксплуатации.

Автоматические измерители КСВ приобрели заслуженную популярность благодаря тому, что не требуют постоянной калибровки. Это существенно упрощает сам процесс измерения и обеспечивает возможность при работе в эфире оперативно контролировать качество согласования антенно-фидерного тракта. Большое число удачных схемных решений, предложенных радиолюбителями, можно условно разделить на две группы. К первой относятся решения на основе ШИ-регуляторов [1—4]. Это относительно сложные схемотехнические устройства, состоящие, как правило, из двух блоков — собственно узла автокалибровки на трёх-четырёх ОУ и блока индикации (аналогового на стрелочном приборе или светодиодного цифрового со своим довольно сложным преобразователем). К второй группе относятся устройства на основе резистивных делителей [5—7], которые отличаются простотой исполнения. Принципы их построения и методика расчёта КСВ-метра на основе резистивных делителей достаточно просто и доступно изложены в статье И. Гончаренко [5].

Очень привлекательны, с точки зрения эргономики, дизайна и удобства визуального контроля, КСВ-метры со светодиодными индикаторами. Стоит отметить две важные особенности этих устройств. Во-первых, операция калибровки или автокалибровки, как таковая, отсутствует за ненадобностью. Точность измерения определяется только точностью подбора значений резисторов и чувствительностью компараторов. Во-вторых, хорошее быстродействие позволяет рекомендовать их применение для оперативного контроля рабочего и аварийного состояний антенно-фидерного тракта. В этом случае достаточно производить отсчёт двух-трёх пороговых уровней, например, как в [7]. Но для комфортного применения в качестве основного измерителя КСВ число индицируемых уровней желательно увеличить, по крайней мере, до 5—7.

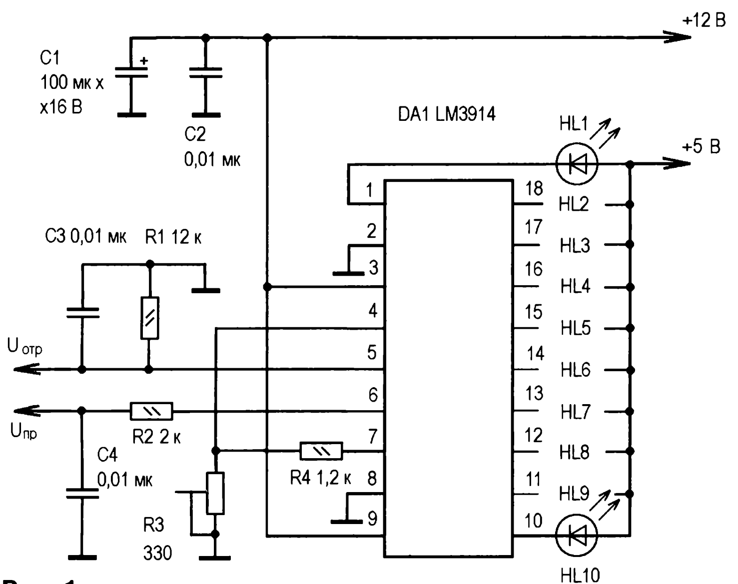


Рис. 1

Предлагаемый вашему вниманию вариант автоматического светодиодного КСВ-метра с однополярным питанием имеет десять уровней отсчёта и отличается исключительной простотой благодаря применению доступной и недорогой микросхемы LM3914 [8]. В этой микросхеме — специализированном контроллере для управления линейными светодиодными шкалами — есть всё, что нам необходимо, а именно: прецизионный десятиступенчатый делитель напряжения с линейным шагом деления 0,1, десять компараторов и узел управления светодиодами.

Схема устройства приведена на **рис. 1**. Напряжения прямой $U_{пр}$ и отражённой $U_{отр}$ волн от датчика КСВ подаются на входы микросхемы DA1. Допустимое напряжение прямой волны — +1...+11 В. Его выставляют во время настройки датчиков при подаче номинальной мощности передатчика на согласованную нагрузку. Нижнее значение этого напряжения желательно ограничить на уровне примерно 2 В, чтобы минимизировать влияние нелинейности германиевых диодов датчика КСВ на точность измерений. Датчики прямой и отражённой волн — это любые известные устройства на направленных ответвителях, на токовых трансформаторах или мостовые, которые многократно описаны в литературе. Хочется порекомендовать для изготовления хорошую конструкцию Э. Гуткина, доступно и подробно описанную в [9].

Напряжение прямой волны через резистор R2 поступает на вывод 6 DA1 — верхнее плечо внутреннего резистивного делителя, представляющего собой десять последовательно включённых одинаковых резисторов сопротивлением около 1 кОм. Применение дополнительного внешнего резистора R2 позволило получить определённую гибкость в настройке порогов срабатывания компараторов и, соответственно, в выборе значений КСВ, индицируемых светодиодами. В авторском варианте индикатора при указанных на схеме номиналах этих резисторов свечение светодиода HL1 соответствует КСВ 1,2, светодиода HL2 — 1,4, светодиода HL3 — 1,7, светодиода HL4 — 2, светодиода HL5 — 2,5, светодиода HL6 — 3, светодиода HL7 — 4, светодиода HL8 — 5, светодиода HL9 — 7, светодиода HL10 — 11.

Эти значения справедливы в том случае, если суммарное сопротивление внутреннего делителя равно 10 кОм, но реально из-за технологического разброса может быть от 8 до 17 кОм. Поэтому для обеспечения высокой точности КСВ-метра предварительно необходимо измерить суммарное сопротивление внутреннего делителя, подключив омметр к выводам 4 и 6 DA1.

Для этого лучше всего воспользоваться "китайским" цифровым мультиметром — у него в режиме омметра на выход подаётся малое напряжение (не более 0,2 В), что ниже напряжения открывания кремниевых p-n переходов. Это обеспечивает высокую точность измерений. В авторском варианте $R_{внутр}$ = 9,92 кОм. Измеренное значение $R_{внутр}$ позволит подобрать конкретное сопротивление резистора R2 под желаемую характеристику индикации.

Формула для расчёта ступеней индикации КСВ под конкретный экземпляр микросхемы и выбранный номинал сопротивления R2 простая: КСВ = $(R_{внутр} + R2 + R_{тек})/(R_{внутр} + R2 - R_{тек})$. Здесь сопротивления $R_{внутр}$ и R2 — в килоомах; $R_{тек}$ — сопротивление ступени резистивного делителя в килоомах (т. е. в данном случае это 1, 2, 3 ... 10).

О назначении других элементов. Резистор R1 выравнивает сопротивление нагрузки выпрямителей датчика

КСВ, поэтому его сопротивление должно быть равно сумме сопротивлений $R2 + R_{внутр}$. Резистор R4 определяет ток через каждый светодиод, в данном случае он выбран примерно 10 мА. Конденсаторы C3 и C4 защищают входы от ВЧ-наводок. Вариант схемы, приведённый на рис. 1, соответствует режиму работы шкалы в виде светящегося столбика. Если вывод 9 микросхемы DA1 оставить свободным, будет светиться только один значащий светодиод.

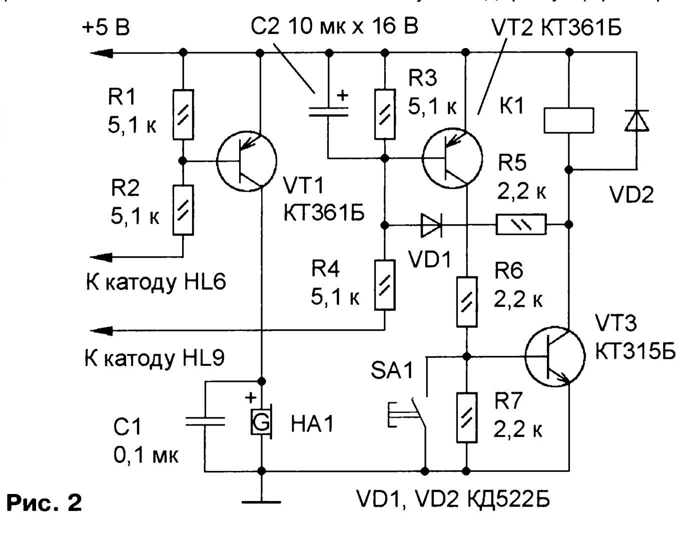


Рис. 2

Оказалось, что часто встречаются экземпляры LM3914, у которых напряжение смещения по входу 5 бывает достаточно большое. Это приводит к срабатыванию индикации без входных сигналов. Чтобы это устранить, необходимо на вывод 4 подать небольшое положительное напряжение, для чего между выводом 4 и общим проводом подключён подстроечный резистор R3 сопротивлением 220...330 Ом. Включив питание, подстройкой этого резистора убираем фоновое (без сигналов) свечение индикаторов.

Светодиоды можно применять любые доступные. Конструктивно удобны импортные моноблоки из десяти независимых диодов в одном корпусе. В авторском варианте был использован блок KingBright DC-763BWA, в котором семь диодов — зелёного цвета свечения, а три диода (у нас они соответствуют уровням КСВ>4) — красного.

При желании этот КСВ-метр можно дополнить устройством звуковой индикации превышения некоторого порога по КСВ и автоматической релейной защиты от высокого КСВ. Схема такого устройства представлена на **рис. 2**.

В данном случае реализован следующий алгоритм работы: при достижении КСВ уровня 3 загорается светодиод HL6 (по схеме рис. 1), падение напряжения на нём открывает транзистор VT1, который включает акустический излучатель со встроенным генератором. Он может быть любого типа — лишь бы достаточно громко работал при подаче на него напряжения питания +5 В. Звучит предупреждающий звуковой сигнал. Если КСВ продолжает увеличиваться и достигает 7, открываются транзисторы VT2 и VT3 и срабатывает реле, контакты которого (они на схеме не показаны) могут перевести аппарат в режим приёма или, например, заметно уменьшить выходную мощность.

Положительная обратная связь через цепь VD1R5 "защёлкивает" ключи VT2, VT3 в открытом состоянии. Вывести их можно только замыканием контактов кнопки сброса SA1 или полным обесточиванием узла защиты. Конденсатор C2 обеспечивает небольшую задержку (примерно на одну секунду) срабатывания релейной защиты, и его ёмкость может быть изменена, исходя из ваших собственных предпочтений.

Транзисторы можно применить любые кремниевые соответствующей структуры: VT1, VT2 — серий КТ209, КТ361, КТ3107, 2N3906 и т. п., VT3 — серий КТ315, КТ3102, 2N3904, BC547 и т. п. Диоды — любые кремниевые маломощные серий КД522, КД102, 1N4148 и т. п. Реле — с рабочим напряжением 5...6 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Погосов А.** Автоматический КБВ-метр. — Радио, 1985, № 10, с. 20, 21.
2. Автоматические показания при измерении КСВ. — URL: **http://www.cqham.ru/swr_12.htm** (10.08.2016).
3. **Доброхотов И.** Автоматический КСВ-метр. — URL: **http://www.cqham.ru/un7gm_swr.htm** (10.08.2016).
4. **Нечаев И.** КСВ-метр с автоматической калибровкой. — Радио, 2005, № 3, с. 64, 65.
5. **Гончаренко И.** Индикатор КСВ-метра. — URL: **http://dl2kq.de/ant/3-21.htm** (10.08.2016).
6. **Кабаев А.** Автоматический индикатор КСВ. — URL: **http://www.cqham.ru/swr14.htm** (10.08.2016).
7. **Нечаев И.** Автомобильный автоматический КСВ-метр. — Радио, 2005, № 6, с. 68, 69.
8. LM3914 Dot/Bar Display Driver. — URL: **http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/L/M/3/9/LM3914.shtml** (10.08.2016).
9. **Гуткин Э.** Измеряем КСВ: теория и практика. — Радио, 2003, № 5, с. 66—68; № 6, с. 61—63.



НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ

RUSSIAN 160 METER CONTEST

Эти соревнования совместно проводят редакция журнала "Радио" и "Top Band DX Club". В них могут принять участие коротковолновики всех стран мира. Результаты подводятся раздельно в трёх группах: Европейская и Азиатская Россия (по делению диплома WAC), а также среди всех остальных участников (World).

Соревнования будут проходить 16 декабря с 20 по 24 UTC на диапазоне 1,8 МГц. Виды работы — CW и SSB. В них есть только смешанный зачёт (MIXED). Участники могут выступать в двух группах: один оператор и несколько операторов (один передатчик, два и более операторов). В любой момент времени станции могут излучать только один сигнал.

В соревнованиях разрешается использовать только открытые сети DX-оповещения и запрещается использование любых IP-сетей для организации удалённого приёма и (или) передачи, в том числе WEB-радиостанции.

Во всех группах возможности по изменению вида работы по времени не ограничены. Повторные связи разрешаются разными видами работы.

Зарубежные радиолюбители передают RS(T) и порядковый номер связи, начиная с 001. Радиолюбители России передают RS(T) и идентификатор области — двухбуквенное сочетание, обозначающее область (край, республику), в которой находится радиостанция.

Для радиолюбителей России: QSO со своей территорией (Россия своего континента) — 2 очка; QSO с территорией России другого континента — 5 очков; QSO с другой территорией на своём континенте — 3 очка; QSO с другим континентом — 5 очков.

Для зарубежных радиолюбителей: QSO с радиостанцией России — 10 очков (независимо от континента); QSO со своей территорией — 2 очка; QSO с другой территорией на своём континенте — 3 очка; QSO с другим континентом — 5 очков. Деление мира на территории — в соответствии со списком диплома DXCC.

Калининградская область (UA2F) засчитывается за отдельную DXCC территорию и отдельную область для множителя, но очки за связи с радиостанциями Калининградской области начисляются как за Европейскую Россию.

Множитель для всех участников определяется как число территорий (список диплома DXCC) плюс число областей России. Каждая территория и область засчитываются для множителя за всё время соревнований только один раз независимо от вида работы. Список условных обозначений областей страны — общепринятый.

Окончательный результат получается как произведение суммы очков за связи на множитель.

Отчёты принимаются в электронном виде в формате Ермак (для российских участников) или Cabrillo (для иностранных участников). Отчёт должен быть прислан как вложение в электронное письмо по адресу **contest@radio.ru** или загружен через WEB-интерфейс UA9QCQ. Будут приниматься и бумажные отчёты, которые поступят до начала судейства. Их надо направлять по адресу: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, Редакция журнала "Радио".

Отчёты об участии в соревнованиях высылаются в течение двух недель после окончания соревнований (за этот год — до 1 января 2017 г. включительно).

Диплексер КВ-УКВ

Владислав ЩЕРБАКОВ (RU3ARJ), г. Москва

Радиолюбители, которые работают как на КВ, так и на УКВ, а их "шэк" находится достаточно далеко от крыши (например, на первых этажах относительно высокого здания), вынуждены "тянуть" на крышу несколько кабелей — фидеры двух антенн и электрические кабели управления антеннами. Поскольку одновременно на КВ и УКВ радиолюбители обычно не работают, напрашивается вроде бы простое решение — использовать один фидер, который надо коммутировать с помощью реле. Это вполне возможно, но возникают две проблемы. Во-первых, требуются два качественных высокочастотных реле, позволяющих без потерь коммутировать сигнальные тракты на частотах 150 МГц или даже выше. А такие реле, как известно, дефицит. Во-вторых, требуется прокладывать ещё один кабель для управления реле.

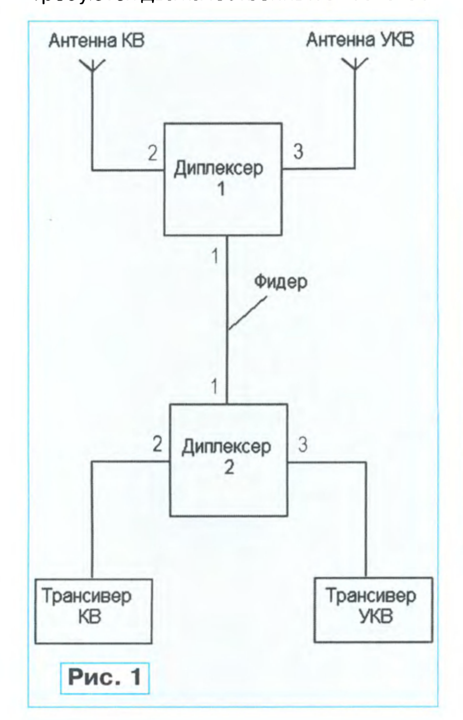


Рис. 1

Диплексер — это устройство, позволяющее разделять (или объединять) сигналы разных частот. Оно может быть использовано для подключения антенн или трансиверов разных частотных диапазонов к общему фидеру.

В тех случаях, когда фидер имеет большую длину, его затухание может быть существенным, особенно на частотах УКВ-диапазонов. Поэтому приходится использовать кабель большого диаметра и высокого качества, стоимость которого может быть весьма внушительной. А это означает, что использование одного общего фидера для антенн всех диапазонов становится актуальным.

На **рис. 1** приведён пример использования диплексеров. К общему фидеру через диплексер на крыше подключены КВ- и УКВ-антенны, а на другом его конце (в "шэке") через такой же диплексер подключены КВ- и УКВ-трансиверы. Такая конфигурация антенно-фидерного тракта допускает одновременную работу в обоих диапазонах. Диплексер, естественно, должен иметь низкие потери на каждом из частотных диапазонов, хорошую развязку между частотными выходами и хорошее согласование на всех рабочих частотах.

Всем этим требованиям отвечает схема, приведённая на **рис. 2**. Устройство состоит из двух фильтров — ФНЧ и ФВЧ. Частота разделения выбрана 75 МГц. Это обеспечивает малое затухание как в диапазоне КВ до 30 МГц, так и в диапазоне УКВ на частотах выше 100 МГц. Этот диплексер предназначен для использования в 50-омном тракте. Он хорошо согласован как в каждой из рабочих полос частот, так и на частотах разделения.

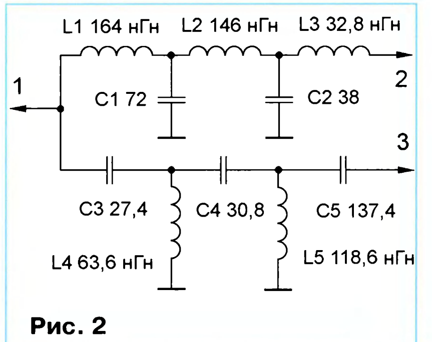


Рис. 2

Измерение характеристик этого диплексера показало, что в канале КВ затухание на частотах до 30 МГц составляет 0,1 дБ. В канале УКВ оно немного больше — на частоте 150 МГц составляет 0,2 дБ, а выше (на частотах до 500 МГц) — не более 0,5 дБ. Обычно затухание в кабеле намного превышает эти значения. Развязка между выходами на частотах КВ- и УКВ-дипазонов — более 40 дБ. Это позволяет одновременно работать на передачу на КВ- и УКВ-трансиверах без риска повредить входы их приёмников.

Если в диапазоне УКВ даже эти небольшие потери нежелательны, можно, конечно, использовать диплексер только внизу, а антенны переключать с помощью реле. Однако наилучшим решением в этом случае будет установка на УКВ-антенне малошумящего усилителя, компенсирующего затухание как в кабеле, так и в диплексерах.

На **рис. 3** приведено фото печатной платы. Размеры платы — 50×50 мм. Катушки индуктивности бескаркасные, намотаны проводом ПЭВ диаметром 1,5 мм на оправке диаметром 5 мм. Катушка L1 имеет 10 витков, L2 — 9 витков, L3 — 3 витка, L4 — 4 витка, L5 — 7 витков.

После намотки катушки подстраивались до необходимой индуктивности по прибору MFJ-269 растяжением или сжатием витков. Конденсаторы — керамические КМ. Если отклонение ёмкости и индуктивности элементов фильтра от указанных на схеме значений не превышает ±5 %, устройство не требует дальнейшей подстройки. КСВ этого диплексера на частотах КВ-диапазона и на УКВ-диапазоне 144 МГц не превышал 1,2.



Рис. 3

В УКВ-диапазоне 432 МГц КСВ без применения специальных мер по обеспечению согласования не превышал 1,35. При необходимости он может быть улучшен более точной подстройкой ёмкостей и индуктивностей, входящих в ФВЧ.

С конденсаторами указанного типа мощность может достигать нескольких десятков ватт. В случае большей мощности может потребоваться применение конденсаторов других типов.

О внесении изменений в ЕВСК

Минюст России зарегистрировал приказ Минспорта России от 20 июня 2016 г. "О внесении изменений в Единую всероссийскую спортивную классификацию". Этот документ вступил в силу 7 октября 2016 г.

Основные новшества ЕВСК в разделе "Радиоспорт":

— добавлены спортивные дисциплины — радиосвязь на КВ — смесь, спортивная радиопеленгация 3,5 МГц, спортивная радиопеленгация 144 МГц;

— в перечень соревнований для присвоения звания МСМК в группе спортивных дисциплин "спортивная радиопеленгация" и в группе спортивных дисциплин "радиосвязь на КВ" внесены соревнования на Кубок мира;

— в группе спортивных дисциплин "спортивная радиопеленгация" спортивное звание МС и спортивные разряды будут присваиваться только за выполнение нормативов;

— наименования возрастных групп в группе спортивных дисциплин "спортивная радиопеленгация" приведены в соответствии с международными правилами.

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

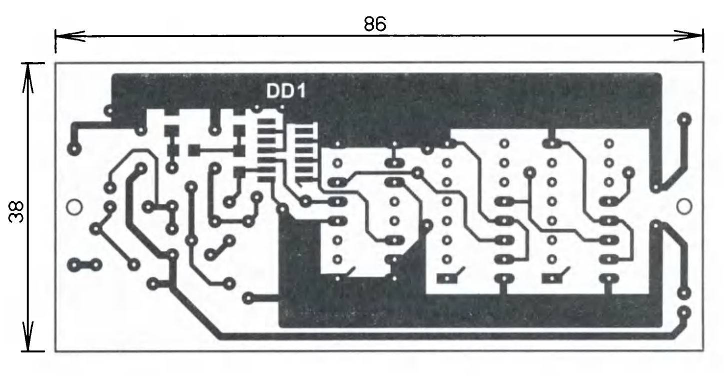
ГЛИБИН С. Любительский частотомер. — Радио, 2016, № 9, с. 47—51.

Печатная плата блока усилителя-формирователя входных сигналов и делителя частоты с применением микросхемы 74AC14D.

Чертёж печатной платы блока усилителя-формирователя входных сигналов и делителя частоты, выполненного с применением более доступной микросхемы 74AC14D (корпус SO-14, шесть триггеров Шмитта) взамен NC7SZ14 (DD1 на рис. 2, рис. 4 в статье), и расположение элементов с монтажом в отверстия показаны на **рис. 1**. Изменения на плате в основном коснулись разводки проводников и контактных площадок под микросхему 74AC14D, монтируемую со стороны печатных проводников выводами 1 и 14 к середине платы. Задействован элемент с выводами 12 и 13, входы остальных пяти соединены с линией общего провода. Расположение на плате и монтаж элементов C4, R4—R6 соответствуют рис. 4 в статье. Конденсатор C6 — выводной керамический КМ-5 или подобный.

Верхний по схеме на рис. 2 в статье вывод резистора R7 следует перенести на линию питания +5 В.

От редакции. *Чертёж печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/11/bufid.zip*** *на нашем FTP-сервере.*



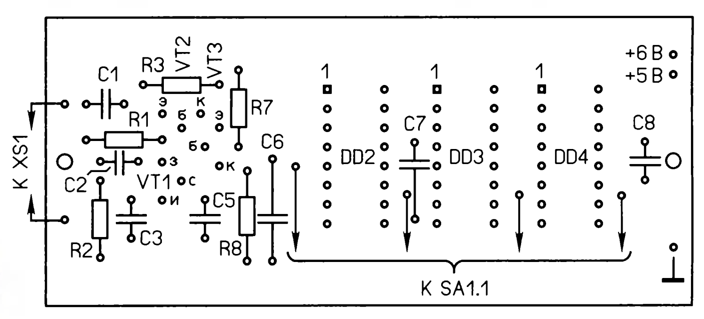
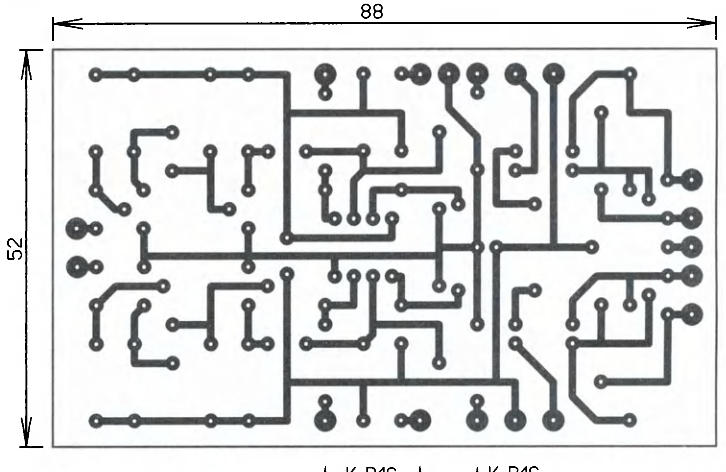


Рис. 1

КУЗНЕЦОВ А. Электронные барабаны — из USB-джойстика. — Радио, 2016, № 7, с. 46.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы и расположение элементов приведены на **рис. 2**. Светодиоды HL1, HL2 и излучающие диоды оптронов U1, U2 поменяны местами. Для уменьшения помех в цепи питания установлен оксидный конденсатор C7 100 мкФ × 10 В (любого типа).



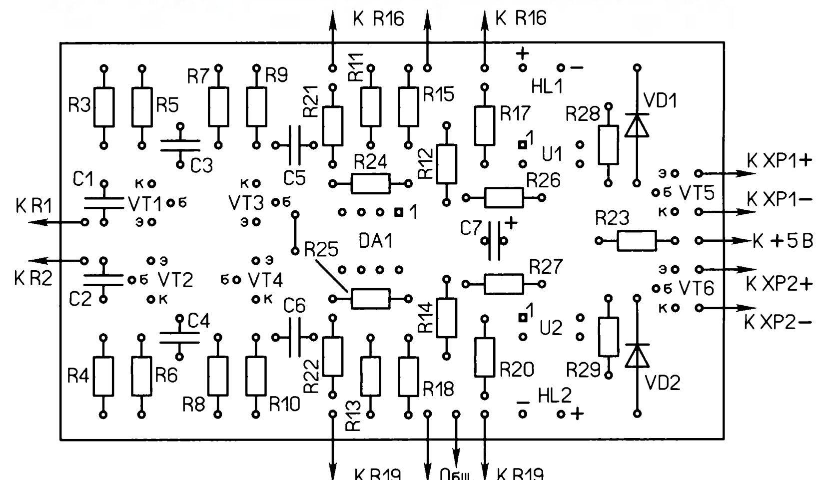


Рис. 2

О сопротивлении резисторов R13—R20.

В устройстве применены резисторы R13—R20 сопротивлением 1 кОм.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ЛИТАВРИН А. МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура). — Радио, 2015, № 10, с. 12—16.

На рис. 4 полярность оксидного конденсатора 2C4 следует изменить на обратную.

САВЧЕНКО А. Редактор растровых шрифтов для графических ЖКИ. — Радио, 2016, № 3, с. 25—27.

В версии программы редактора, ранее выложенной по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2016/03/CG-Edit.zip*** *на редакционном FTP-сервере, автором случайно был отключён модуль выбора формата строки. В настоящее время функциональность программы полностью восстановлена, и её файл на FTP-сервере заменён. Автор приносит читателям свои извинения.*

ГЕРАСИМОВ Е. Измеритель напряжения и тока. — Радио, 2016, № 5, с. 29—31.

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00

"Умный город" на ВДНХ



На ВДНХ открылся Центр информационных технологий "Умный город", который создан по инициативе Правительства Москвы. Он расположен в новом специально построенном павильоне. Фасады здания выполнены из серой крупноразмерной плитки с рельефным рисунком компьютерных микросхем.

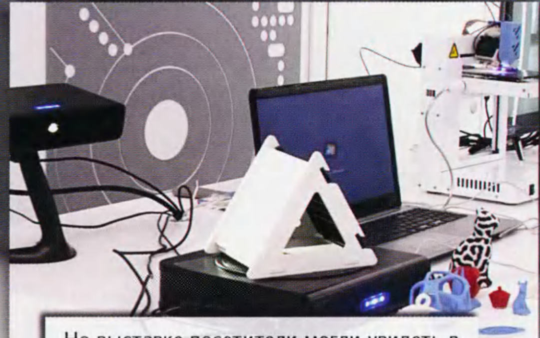
Экспозиция знакомит посетителей с возможностями применения информационных технологий во всех отраслях городского хозяйства — от школьного образования до обеспечения безопасности, что поможет гостям современной ВДНХ узнать о развитии информационных технологий и сервисов и заглянуть в завтрашний день.

О небольшой части экспонатов рассказывает представленный ниже фоторепортаж.

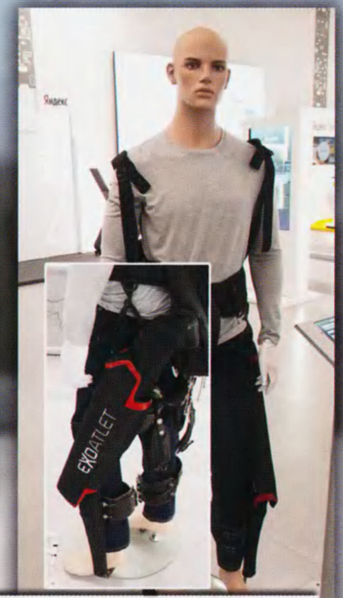
Городская система видеонаблюдения создана в рамках государственной программы города Москвы "Информационный город" на 2012–2018 гг., утверждённой постановлением Правительства Москвы. О системе рассказывает Светлана Сотникова.



НТЦ "Лазерные технологии" представил лазерный стрелковый тренажёр.



На выставке посетители могли увидеть в действии 3D-сканер и 3D-принтер.



ЭкзоАтлет — медицинский экзоскелет для реабилитации. Разработка компании ЗАО "Экзороботикс".





В Центре работает пункт сбора подержанной цифровой техники "Доброе дело". Вся собранная электронная техника передаётся многодетным семьям, инвалидам и пожилым людям. С начала благотворительной акции москвичи передали в дар более 1,5 тыс. единиц электронной техники.



Посетитель выставки "осваивает" профессию пилота на авиасимуляторе.



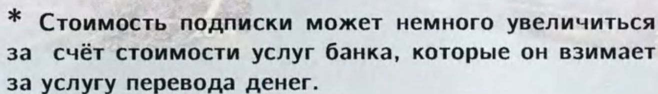
Электронный журнал






Подписка на электронный журнал "Радио" с доставкой по электронной почте на 2017 год, а также на 2012—2016 гг. Цена не изменилась: 12 месяцев — 600 рублей!*

На сайте http://el.radio.ru Вы можете узнать, как подписаться.



* Стоимость подписки может немного увеличиться за счёт стоимости услуг банка, которые он взимает за услугу перевода денег.

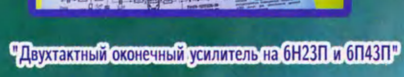


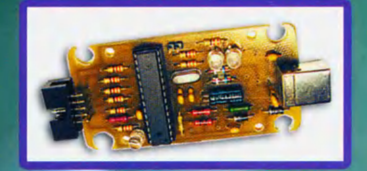
НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"





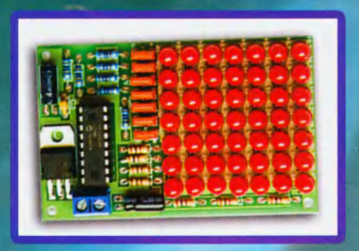
"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"



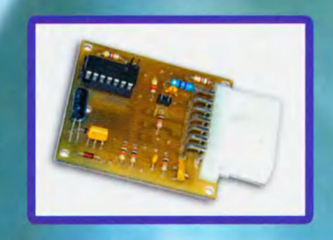


"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"

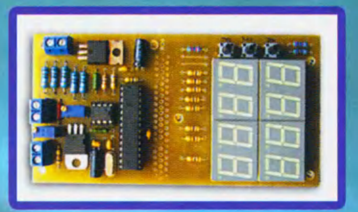
"Программируемый термостат (программируемый регулятор для системы отопления)"



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"



"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"



"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"

http://kits.radio.ru